凤凰教育书系

嗨，咱们和大师聊聊

通识教育名家讲坛

杨士军 张海森 韩云松\主编

专辑 2

大教授走进小教室　小课堂融入大社会

处于人生**成长关键期**的学生，不能陷在课本里

来，一起聆听**大师们的智慧**

共同走上**博闻强识**之路

江苏凤凰科学技术出版社 | 凤凰颐合

凤凰出版传媒股份有限公司
PHOENIX PUBLISHING & MEDIA, INC.

推荐

汪　卫 教授《活在“大数据”时代》

李大维　　　《“玩”出来的创新——创客文化和创客空间》

孔爱国 教授《华尔街之门——货币与金融常识》

陆大江 教授《基于“云健康”的生活方式——远程监控》

柴之芳 院士《辐射是把双刃剑》

金亚秋 院士《仰望星空——电磁波信息科学与空间遥感技术》

金　力 院士《解读写在基因中的人类历史》

麻生明 院士《与我们息息相关的化学》

段　枫 博士《从〈哈利·波特〉看英语和英语文化》

杨东援 教授《上海交通的昨天、今天、明天》

嗨，咱们和大师聊聊

上架建议：人文教育　课外阅读

ISBN 978-7-5537-5296-9

定价：39.80元

嗨，咱们和大师聊聊

——通识教育名家讲坛 专辑 2

主编：杨士军 张海森 韩云松

顾问：朱清一

编委（按姓氏笔画排序）：卜昱翎 王树生 代龙妹 乐 敏 朱超宇 向晋榜 刘 丹 刘 雪 刘 赟 刘子源 刘春燕 李 荔 李晓颖 吴蒙昊 张 隽 张 靓 张心圣 张卓君 张晓敏 陆卫忠 陆宏亮 陆剑毅 陆鹏娟 陈 虎 周孝芳 庞维成 胡婷婷 袁瑞茜 徐 城 奚高峰 曹 彦 程 芳 蔡英洁

江苏凤凰科学技术出版社 | 凤凰颐合

图书在版编目（CIP）数据

嗨，咱们和大师聊聊：通识教育名家讲坛．专辑2 / 杨士军，张海森，韩云松主编．-- 南京：江苏凤凰科学技术出版社，2016.1

ISBN 978-7-5537-5296-9

Ⅰ．①嗨… Ⅱ．①杨… ②张… ③韩… Ⅲ．①社会科学－文集 Ⅳ．①C53

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第212821号

嗨，咱们和大师聊聊——通识教育名家讲坛（专辑2）

主　　编　杨士军　张海森　韩云松
责任编辑　傅　昕
责任校对　郝慧华
责任监制　曹叶平　周雅婷

出版发行　凤凰出版传媒股份有限公司
　　　　　江苏凤凰科学技术出版社
出版社地址　南京市湖南路1号A座，邮编：210009
出版社网址　http：//www.pspress.cn
经　　销　凤凰出版传媒股份有限公司
印　　刷　无锡市证券印刷有限公司

开　　本　787mm×1092mm　1/16
印　　张　15.75
字　　数　233 000
版　　次　2016年1月第1版
印　　次　2016年1月第1次印刷

标准书号　ISBN 978-7-5537-5296-9
定　　价　39.80元

序

风雨兼程不止步

成长，是一种无需声张的厚实，是一种明亮但不刺眼的光辉。

2005年，复旦大学率先在国内高校中推行通识教育，这给复旦附属学校及时提了一个醒，那就是：教育不是百米短跑，而是一场接力赛。因此，所有的教育教学活动的开展均需要遵循学生身心发展的规律，一切按教育规律办事，于是想到了要进一步推进通识教育理念，何况，在复旦二附中实践通识教育观具有得天独厚的条件。我们对于在中学渗透通识教育的进一步解读就是“重德育体验，重创新实践，实行有宽度的教学，培养全面的可持续发展的人才”，相应的举措即“五个多”：读的书比别人多，听的讲座比别人多，参观访问比别人多，参加的社会实践比别人多，经历的创新活动比别人多。

于是，2005年秋季，我校开发并推出了“名师讲坛”这一资源型课程，到如今已经整整十个年头了。一门校本课程，能够坚持做10年，这就足以说明这门课程存在的必要性和其中的价值所在。

2013年，我校从前8年的60余讲名师讲坛学者讲座里精选了20讲，和江苏凤凰科学技术出版社合作，编辑出版了《听大师讲课——中学通识教育名师讲坛（专辑1）》（后更名为《嗨，咱们和大师聊聊——通识教育名家讲坛（专辑1）》），有效地辐射了课程资源，也得到了社会好评。时间又过去了两年多，而我们的专家讲座也接近100讲，其中又有大量对学生的通识教育和可持续发展产生助力的精彩讲座。为此，我校与江苏凤凰科学技术出版社再度携手，在专辑1的基础上推出了专辑2。

和专辑1相比，专辑2在讲座编辑体例上做了一些调整。首先是优化了“导读”环节。“导读”以简洁明了的语言，向读者介绍了每个讲座的主要内容和应该特别关注的环节与知识。其次是把整个讲座用小标题的方式分成若干个段落，让读者在阅读的时候能够不因讲座篇幅过长而产生阅读的疲劳感，实效性也得以提升。第三，与专辑1相比，专辑2在每个讲座中配上了若干与讲座有关的照片、示意图等，增强可读性。第四，改进了“拓展延伸”环节，在每个讲座里，向读者推荐1~3个与讲座相关的拓展知识，使讲座的外延进一步拓展，也便于师生基于讲座进行必要的探究实践活动，培育学生的创新精神。

在本书出版之际，我们要特别感谢专家学者们的大力支持，其中有不少学者来自于复旦大学及周边的高等院校，还有不少学者本身就是我们的学生家长，是因为他们的无私奉献和鼎力相助，每月一至两讲精彩纷呈的讲座才能如期顺利进行。我们还要感谢上海市杨浦区教育局和杨浦区教师进修学院在政策、资金、精神、技术等诸多方面的支持，尤其是信息中心的技术支持，使讲座能及时、顺利地以网络直播的方式让区内的其他初中兄弟学校的学生同步观看，讲座的受益面更广了，那么我们的工作也就更有价值了。此外，我校作为复旦大学高等教育研究所的实践基地，每年都有研究生在我校实习，他们也参与了将讲座视频翻成文字实录稿的艰苦而细致严谨的工作，在这里我们一并致谢。

践行“给学生更宽广的教育”是我们一以贯之的办学理念，促进学生的全面可持续发展是我们教育工作者的不懈追求。风雨兼程不止步，“名师讲坛”这一能对学生的思考力、想象力和创造力发展起到正面推动作用的举措，我们必将坚持作为。为了持续推进并借助更高、更大的平台去拓展孩子们的视野，我们期待着有更多的专家学者来为中学生做各类讲座，我们也期待在日后的若干年里，会陆续看到《嗨，咱们和大师聊聊》专辑3、4、5……的问世，那将是我们学校的幸事，更是我们学生的福祉。

杨士军

2015年6月18日

目录
CONTENTS

第一讲

汪卫 活在『大数据』时代

专家简介



汪卫：复旦大学计算机科学技术学院教授、副院长，中国计算机学会数据库专业委员会委员，上海市计算机学会理事，数据库专业委员会副主任，ICDM、SIAM DM、CIKM等重要国际学术会议的程序委员。初中和高中均就读于山东师范大学附属中学，1988年考入山东大学计算机系攻读本科学位，1992年考入复旦大学计算机系攻读硕士学位，并于1998年在复旦大学获得博士学位，毕业后留校任教。

长期从事数据库与数据挖掘领域的研究和开发工作。在SIGKDD、SIGMOD、VLDB、WWW、ICDE、IEEE TKDE、JIIS等国际权威的学术会议上发表论文近30余篇，被引用1000余次（Google Scholar）。作为主要参与者获得上海市科技进步一等奖一项、二等奖两项、三等奖一项，并获高等教育国家级教学成果二等奖一次。

演讲关键词 | “大数据” “大数据”时代 “大数据”思维智能

导读

最近，我们常常能在新闻里、报纸上看到“大数据”（Big Data）这个词，有人说我们已经进入了一个“大数据”时代。可是，“大数据”究竟是什么呢？只是大量数据的集合吗？它离我们的生活有多远呢？其实，“大数据”虽然有很强的专业技术性，不容小觑，但是它并不神秘，就在我们的生活中。卫生部门预测并预防疾病、商家投放广告、警察指挥交通等都得到了“大数据”的帮助。但更重要的是，“大数据”为我们提供了一种思维方式，让我们生活中的智能活动变得简单。你是不是已经迫不及待地想要知道更多“大数据”的秘密了呢？那就让我们一起跟随汪教授进入“大数据”的世界吧！

活在“大数据”时代

一、“大数据”在哪里

首先，让我们通过一些案例来看看“大数据”存在于哪些地方。

1. 医疗卫生领域中的“大数据”

一位谷歌工程师在《自然》杂志上发表了一篇文章，预测美国会在什么时候爆发季节性流感，也就是我们所说的感冒。感冒在美国被认为是一种很严重的疾病，由于某些体质的原因，感冒在美国引发的死亡率较高，因此美国人对于流感的预防非常重视。但是，以前美国的卫生组织在预测何时会发生流感时，只能先去当地的医院了解数据，再判断是否有流感大规模爆发和蔓延的趋势，以此来做相应的防控工作。现在，这位谷歌工程师通过在谷歌的搜索引擎里对比美国人检索最频繁的5000万条词汇后发现，当某个地区流感较为严重时，该地区的居民搜索和“流感”相关联的词的比例就会非常大。由此，他经过了一定的数据分析后得出了一个预测方法，预测流感爆发的准确性高达97%，几乎某个地区一爆发流感马上就能发现。而以往的疾控中心在了解相关情况时往往要1~2周时间才能得出分析结果。谷歌工程师只需通过谷歌搜索引擎数据的分析，就能很快了解到流感的蔓延趋势，这就是“大数据”应用

的一个非常好的例子。

2. 经济领域中的“大数据”

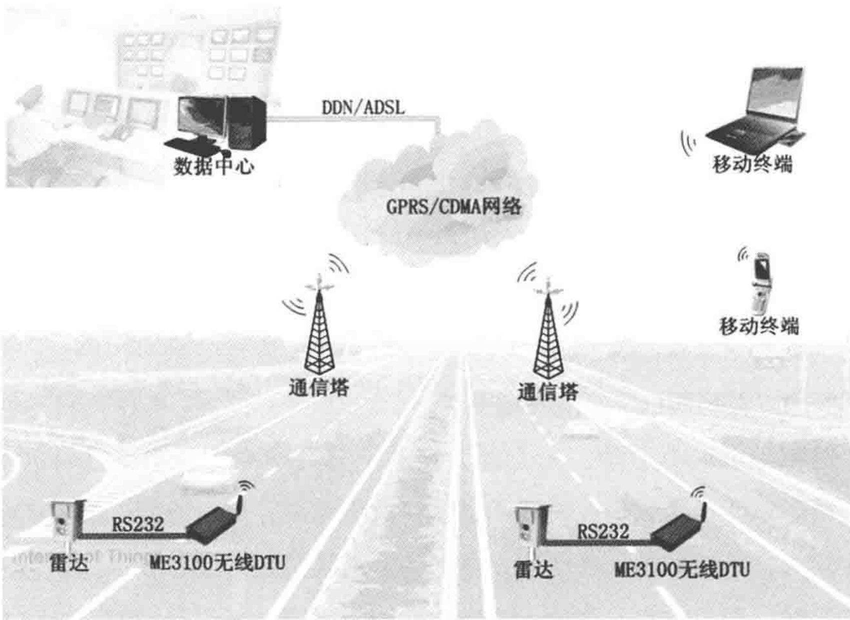
在中国，淘宝公司除了提供网上购物服务外，还曾做过一件伟大的事情：2008年，淘宝发现在其阿里巴巴的平台上，买家的询盘数[①]急剧下降。通常买家在购买商品时，总会多找几家商铺询盘，经过比较后找到最为合算的。而询盘数量的减少就意味着最后成交数量肯定会减少，由此，淘宝就预测出“经济危机”可能快到来了。

这种预测很有道理。一方面，当时淘宝在电商市场份额占有90%以上，所以它可以有效地反映我国零售行业的情况；另一方面，淘宝的覆盖面比较大，不仅中国人在使用，世界各地的人都在使用。我去阿里巴巴参观的时候，看见它有一张很大的世界地图，地图上标注并实时反映哪个地方的人买了一件什么样的商品。我国统计局也经常发布一些指数，但是和淘宝一对比就会发现原来的统计方式非常落后。原先统计局会在全国各地安排1万~2万名市场调研人员，去各个商场观察消费者的消费情况，现在有了淘宝之后，他们发现不需要安排那么多的人员，可以直接使用淘宝的数据进行分析。所以，有了“大数据”之后，我国一些诸如统计的工作都可以用新的方式来解决。

3. 互联网营销中的“大数据”

我们非常熟悉的“移动互联网”也与“大数据”有着非常大的关系，特别是互联网营销，比如广告的精准投放。实际上，我们在网上购物、即时通讯聊天时，都或多或少地在互联网上留下了一些信息，一些互联网企业就针对我们所留下的信息进行数据分析，然后进行精准的广告投放。

① “询盘数”是指“询盘”的数量。“询盘”是买方为了购买或卖方为了销售货物而向对方提出有关交易条件的询问，内容可以是询问价格或交易条件等。——王君. 浅析外贸询盘的判定处理及常见问题［J］. 外贸业务探讨，2014（6）：56.



移动互联网

二、“大数据”如何发挥作用

那么，“大数据”是如何发挥作用，并给一些行业带来利益的呢？

1. 通过收集数据、分析数据，“大数据”能提供全面的信息

电商网站对于我们每个人在诸如社交网站、电子商务网站上的行为都有着很全面的信息积累，他们收集数据之后，就可以给每一个人“画像”。以腾讯为例，用户会使用QQ聊天、浏览腾讯新闻、玩腾讯游戏等，在这一过程中，腾讯就把用户所有的信息都收集下来，随后分析每一个用户的情况。首先，腾讯会分析用户是哪个区域的，比如是在上海、北京、国内其他地区或者国外。其次，腾讯可以判别用户的身份，比如学生、公司职员、政府职员等。如果学生登录到一个社交网站，那么他所接触的社交成员大部分也是学生，因此可以通过社交网络中的身份特征来确定用户的身份属性。腾讯还可以判断用户的爱好。如果用户在浏览新闻时，更多关注体育，那么他的爱好可能就是体育方面的；如

果更多关注音乐、文化等，那么也基本可以确定他的爱好。诸如此类，都可以通过收集用户在互联网上行为的数据来进行分析。对于腾讯来说，这是他们内部的一些数据，但对于每一个用户来说，腾讯有一千多种关于该用户的描述信息，包括身份、性别、爱好等等。因而从某种角度来说，真正了解你的可能不是你自己，而是腾讯。

2. 通过数据收集与人工智能的结合，“大数据”能有效协助警务工作

“大数据”另外一个较成功的案例是智能交通。平时我们走在马路上的时候，会发现上方安装有很多摄像头，尤其是在交通信号灯附近，这些摄像头起着非常大的作用。因为现在计算机智能技术已经比较成熟，当拍到一辆汽车的照片之后，摄像头可以很清楚地识别出汽车的型号、牌照等信息。有了这些信息以后，电子警察可以监控这辆车的运动轨迹，从而了解它是否有违章停车、超速等违法行为。另外，有了这些数据之后，也可以用来指导交通，比如计算出一段时间内、在某一段道路有多少辆车经过，来确认该段道路是否拥堵。再比如发生在济南的一个案例，有一个人抢劫了一家金店并驾车逃逸，监控中心发现其车辆号牌被遮挡，于是警方通过智能系统观察以往经常和这辆车在一起的车辆，发现了另一辆没有遮挡号牌的车，于是通过该车车主的信息最终抓获了抢劫金店的犯罪嫌疑人。从中我们可以看到，这样一些交通数据可以提供很多帮助。

三、“大数据”从哪里来

那么，“大数据”又是如何产生的呢？

其实自从有了计算机以后，人类社会就在不断积累各种各样的数据，当数据积累到某一个特定的时刻，它就发生了一种变革，形成了“大数据”的概念。过去我们常说电脑的内存和硬盘是多少MB，现在则已经升到了GB，而真正的“大数据”，其规模要比我们日常所知道的单位要大很

多，已经从GB跨越过TB、PB、EB，来到了ZB，也就是GB的2^{40}倍这样的规模。

“大数据”确实能在我们的现实生活中起到很多作用，最著名的例子就是预测2012年的美国大选。对于哪一个州、哪一个党派会胜选的预测准确率非常高，使得人们相信“大数据”的价值。

1.“大数据”到底是怎样形成的

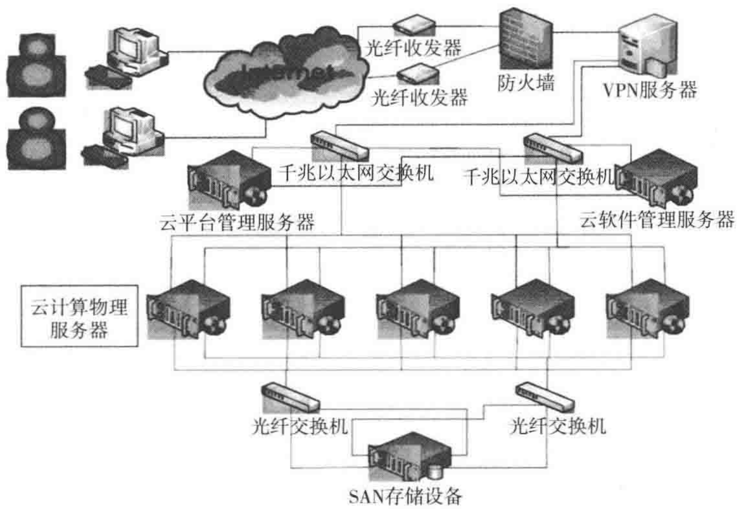
实际上，自从有了计算机，研究者就一直在摸索如何让计算机智能化，如何让计算机去分析一些数据，而随着数据的分析，我们可以获得更多的知识。所以，一开始我们有了概率统计的分析、数据挖掘的分析，到今天就有了“大数据”的分析。

2.“大数据”概念的形成并不是孤立的

“大数据”与其他很多技术有关系，比如云计算①，它使得“大数据”走进了民间。普通人家里一般都有一台计算机，最多三四台。但是“大数据”里的数据规模非常大，一般的计算机里仅能放1TB的数据而已，而所谓的“大数据”一般要达到1000TB，那么如何来处理那么庞大的数据呢？云计算就起到了这样一个作用。在云计算方面出现了许多企业，它们的工作就是租赁机器。这些企业本身拥有上千台机器，通过某种技术将其中的一些机器租赁出去，但不是通常意义上的被搬走，而是以技术手段租赁。用户可以使用这些机器，甚至可以一次性租用1000台，当然也可以一次只租用1小时。这种技术的出现就成为了分析“大数据”非常有利的一个方面。当用户在完成一项任务的时候，不需要去买1000台机器，而只需临时租用，省去了很大一部分成本，因此，在云计算的基础上，不论有多大的数据量，都可以有条件进行处理。

---

① 云计算将IT相关的能力以服务的方式提供给用户，允许用户在不了解提供服务的技术、没有相关知识以及设备操作能力的情况下，通过Internet获取需要的服务。比如在医学领域，就可以通过云计算进行DNA信息分析等。——陈全，邓倩妮. 云计算及其关键技术［J］. 计算机应用，2009（9）：25-63.



云平台典型物理架构

3. 我们对“大数据”概念的认识还要再深入

实际上，认为数据量多就是“大数据”，这种认识还是比较浅显的。为什么到今天我们才提出这个概念，而不是三年前或五年前？原因是：虽然以前也有各种各样的系统在收集数据，但能力比较有限，很难得到关于一个人各方面的数据，而如今可以很方便地得到关于一个人各方面的信息。比如复旦大学通过学生的校园卡就可以了解到学生的很多信息，包括吃饭的信息（如一个星期有多少天在食堂吃饭、每顿饭花费多少钱），以及作息的信息（如何时进出宿舍、图书馆等）。因此，通过校园卡的数据，就可以了解一个学生一天内的行为。学生是懒惰还是勤奋，都可以通过数据分析出来。通过教务处的数据比较，还可以了解学生成绩的升降情况。另外，校园里有许多摄像头，借助人脸识别技术，可以了解某个学生的校园行走路线。当学生在上网时，根据校园网也可以知道他经常关注哪一类网站。

正是由于今天我们采集、收集数据的能力比过去提升了许多，所以可以形成对某一事物很全面的数据覆盖。有了这些数据，我们对一个事物的了解就可以更深入，有了积累“大数据”的条件，“大数据”也就应运而生了。

四、“大数据”带来了什么

1.“大数据”带来了思维的进步

“盲人摸象”的故事大家都知道。由于每个盲人摸到了大象的不同位置，他们对于大象的认识也是不一样的。在“大数据”时代来看这个故事，其实这也不是一件坏事。七个盲人摸象，摸到的是七个不同的位置，如果他们摸完之后讨论交流一下，或许就可以得出一个关于大象的完整印象了。所以在“大数据”里面，我们每个人看到的仅仅是一小块，或者是很片面的一块，如果我们每个人把自己认识的那部分分享出来，也许就可以得到对一个事物非常完整的认识，这就是“大数据”思维中很重要的一点。

2.“大数据”带来了智能的进步

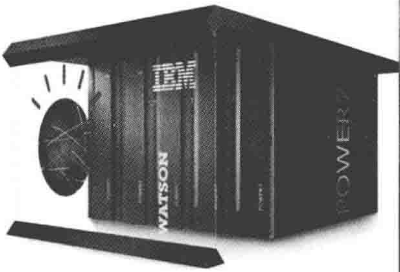
（1）“大数据”让智能数据分析更便捷

“大数据”思维和计算机智能有很大的关系。智能化一直是计算机研究的目标，智能=数据+推理，它一部分是拥有数据，一部分是拥有推理能力。就如学生的学习，首先是学会各种各样的知识，其次是学会思维的方式，人工智能也是如此，首先要掌握一定的数据，其次要在数据上推理，形成知识。过去我们没有现在那么多的数据，就只能使用采样的数据，采样数据只是整个数据中的一小部分。为了解决这个问题，计算机的研究者就需要尝试设计很多种模型，使数据尽可能完整。今天有了“大数据”之后，就可以在所有的数据上来做分析，模型就不需要像原来那么复杂了。从人工智能角度来看，这就是“大数据”带来的巨大进步。

（2）“大数据”让人工智能更“聪明”

2011年，IBM与美国德克萨斯大学联合研制的超级电脑——沃森（Watson）在美国最受欢迎的智力竞猜电视节目《危险边缘》中击败了

该节目历史上最成功的两位选手，成为节目的新王者。沃森的反应相当快，它在很短的时间内能正确回答问题的原因是：它存储有2亿页各种各样的文档资料，包括新闻、电视剧本资料、词典、文选和世界图书百科全书等。它能在不到3秒的时间里根据问题，基于“大数据”的资料进行搜索并推理。从沃森的成功来看，可能我们造不出具有多种情感的“人”，但我们可以造出一个百科全书式的“人”。虽然现在的计算机还不具备人类思考、创新的能力，但是它却可以具备很多知识，这也证明了人工智能方面的巨大提升。



超级电脑——沃森



电视节目《危险边缘》现场

（3）“大数据”让我们生活中的许多智能活动变得简单

以翻译为例，以前机器翻译被认为是极其复杂的，因为每个人都有不同的说话风格，不同人群和地区的发音也各不相同。如果需要做分析，就要把每个人说话的模式或语法记录下来，然后在这个基础上进行翻译。但是有了“大数据”之后，这种情况得到了改善。

谷歌和微软最早开始制作基于“大数据”的机器翻译，在它们的搜索引擎中有超过一百万个单词的双语文本语料库，即中文和英文之间的对照，它们也可以找到超过10亿个单词的语种语料库。随后它们对这两个语料库进行分析，观察中文和英文语法结构之间的对照关系和对照模式，比如主谓宾的顺序变化，以此为原则进行翻译。如果我们将“复旦大学”的英文介绍放入谷歌翻译进行中文的转换，语法结构和语义是基本正确的，而且最突出的是，它能够将复旦大学的党委书记和校长的名字以准确的文

字翻译出来，而不是仅仅音译。

这源于谷歌在2012年发明的一项叫**“知识图谱”**的技术，它是一个巨大的知识库。比如在谷歌搜索引擎（或微软搜索引擎必应）中输入“Obama”和“birthday”两个关键词，搜索引擎就会默认你是要查找奥巴马的生日（而在过去，如果你输入这两个单词，搜索引擎可能会显示这两个词出现在哪一个句子中），搜索结果中不仅会显示奥巴马的生日，还会推理认为你是要了解奥巴马的信息，因此还会显示奥巴马的全名、教育情况等其他信息，这就是知识图谱。在谷歌的知识图谱中，有5亿个实体，例如“奥巴马”就是其中的一个实体，还有社会上的各种人物、事件、历史信息等。因而翻译器能将复旦大学的党委书记和校长的名字准确翻译出来，正是因为这些信息已被纳入知识图谱的实体中。

目前，世界上很多组织和机构都在发布自己的知识图谱，比如电影行业发布了有关电影的知识图谱，包括各部电影的片名、导演、主演、故事情节等。再以复旦中文知识图谱平台为例，它拥有2000万个实体、5000万个关系，这些实体和关系均来自于互联网上各种各样的数据源。

3.“大数据”带来了技术的进步

还有两个“大数据”技术方面的例子。一个是MapReduce计算，也就是之前提及的“云计算”。在“云计算”的企业里有成千上万台机器，MapReduce是一种编程的模型，它可以在成千上万台机器上进行自动计算，然后得出计算的结果，这是一种“大数据”处理常用的技术。另一个是**自动备份数据**的技术。如此多的机器同时运作，就会有一定的概率发生故障，那么计算机的系统就需要保证当其中某台计算机出现问题时不影响整体的计算，在这种情况下，在成百上千台机器上进行自动数据备份的技术也就逐渐发展起来了。

与大师对话

学生1： “大数据”概念是谁提出来的？

汪　卫： “大数据”并不是一个特定的技术，所以并不存在最初的发明人，它是当计算机或IT、金融的研究者发现的数据逐渐递增后形成的一种技术上的趋势，准确地说，它更接近于一种思维的方式，而不是一种纯粹的产品发明。如果一定要考证“大数据”是谁发明的，我认为，最早提出“大数据”类似概念的人是吉姆·格雷。他是微软研究院一名资深的科学家，当时他写了一本书叫做《第四范式》，是指很多物理学家、化学家都在做各种各样的科学研究，吉姆·格雷认为他们都是基于数字和数据运算来进行的，其他学科也是如此。这就是“大数据”概念的雏形，之后有很多研究者不断地进行补充和说明，才出现了今天我们所理解的“大数据”的概念。

学生2： 知识图谱是否会在今后被其他新的技术取代？

汪　卫： 知识图谱本身就是一个走向人工智能的工具，它是一种描述知识或存储知识的方式，但是，随着技术的发展，在今后会有新的技术来取代它，不过目前，知识图谱还处在逐渐产生、成熟的阶段，它的应用才刚开始，例如谷歌、必应、百度等都在做各式各样的知识图谱。正是有了知识图谱，它们在做相关数据分析时才有相当的准确性，知识图谱中包含着各种实体和事物间语义之间的关系，所以目前不存在被取代的情况。

学生3： **如果说"大数据"是通过社交网络中留存的信息来判断每个人的身份、喜好等，是否涉及侵犯个人隐私？今后我们在使用社交网络时是否要注意这方面的问题？**

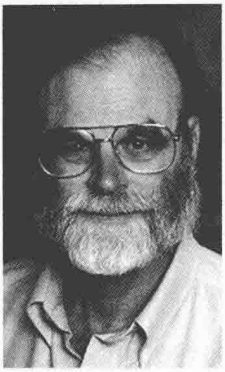
汪　卫： "大数据"的确会带来侵犯隐私的问题，因为目前"大数据"还处于发展初期，有法律法规不完善的因素，还没有完整的法律来规定怎样保护网上个人的隐私，但现在国内乃至国际上都越来越重视这个问题。其实，在"大数据"之前，已经在很多行业中有一些不成文的规定，比如在医疗行业，个人在医院里会保留许多信息，包括姓名、年龄、身体状况等，为了保证病人的信息不被外泄，规范的操作是：你的信息应被事先打上标签，即可以被用作哪些用途，不可以被用作哪些用途，当数据被用在和标签规定不一致的地方，相关信息就会被隐藏。这在"大数据"领域还在探索。所以，在网络上还是要有保护个人隐私的意识。

拓展延伸

1. 吉姆·格雷与"大数据"

吉姆·格雷（James Gray，另译：詹姆士·格雷）生于1944年，在著名的加州大学伯克利分校计算机科学系获得博士学位。其博士论文是有关优先文法语法分析理论的。学成以后，他先后在贝尔实验室、IBM、Tandem、DEC等公司工作，研究方向转向数据库领域。

1994年荣获美国"技术研究院大奖"。1998



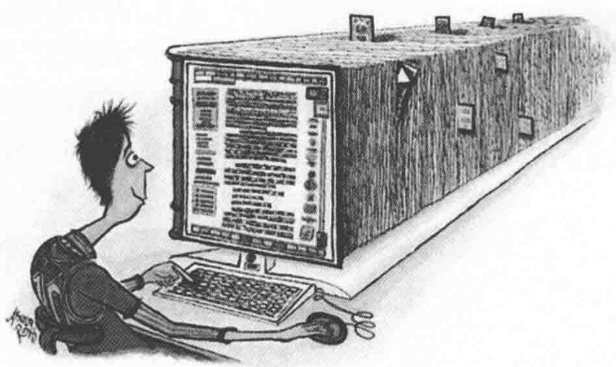
吉姆·格雷

年获得号称计算机行业诺贝尔奖的“图灵奖”。颁奖委员会对其列出的颁奖理由主要是：因为吉姆·格雷博士在SQL语言方面数十年不懈的努力以及取得的巨大成绩，在推动数据库技术的发展中做出的重大贡献。

2007年1月28日，喜欢户外运动的格雷独自驾船在海上消失。很多人为搜寻他做出了很多努力，但人们再也未能见到这位天才。

2. 谷歌知识图谱

谷歌知识图谱（Google Knowledge Graph，也被称为谷歌知识图），是谷歌的一个知识库，它使用语义检索从多种来源收集信息，以提高谷歌搜索的质量。知识图谱除了显示其他网站的链接列表，还提供结构化及详细的关于主题的信息。其目标是使用户能够使用此功能提供的信息来解决他们查询的问题，而不必导航到其他网站并自己汇总信息。



知识图谱

3. “大数据”与个人隐私

1995年，欧盟出台的隐私法例将“个人资

料”定义为可以直接或间接识别一个人的信息。很显然，当时立法者考虑的是那些带有身份标识号的文件资料等，这些标识号就好像人的姓名，而立法者们希望它们可以得到保护。

然而，世界上每年创造的数据量在以指数形式增长，尽管这其中的大部分数据都是不可见的，似乎也并不携带任何个人信息，但事实并非如此。现代数据科学已经发现：几乎任何类型的数据都能用来识别创造它的人，就好比指纹一样。比如你在网上下载的电影、你手机发出的定位信息，甚至是你被监控摄像机所拍下来的步态，都可以用来识别你。实际上，数据越多，其中可以称得上隐私的就越少。

参考资料

[1]巴拉巴西. 爆发——大数据时代预见未来的新思维[M]. 马慧，译. 北京：中国人民大学出版社，2012.

[2]涂子沛. 大数据：正在到来的数据革命，以及它如何改变政府、商业与我们的生活[M]. 2版. 桂林：广西师范大学出版社，2013.

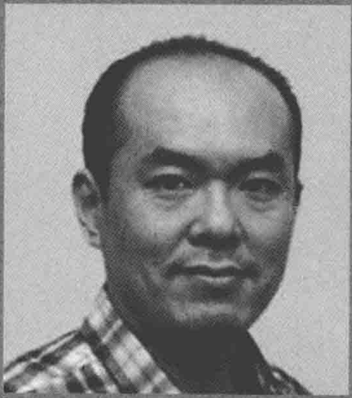
[3]迈尔-舍恩伯格，库克耶. 大数据时代[M]. 盛杨燕，周涛，译. 杭州：浙江人民出版社，2013.

第二讲

『玩』出来的创新——创客文化和创客空间

李大维

专家简介



李大维：曾经参与过著名导演史蒂芬·斯皮尔伯格的互动式多媒体项目、迪士尼虚拟世界项目，也为Facebook等名企设计过社交应用。他从事软件行业二十多年，为国际开源软件组织OW2理事。近几年来，他顺应着开源硬件的潮流，开始了自己的硬件之旅。为了进一步降低开发硬件的门槛，他携手朋友开发了ArduBlock，以图形化积木搭建的方式简化编程。国内首个创客空间（Hackerspace）——“新车间”也是他创办的，主要目的是为了推广创客精神和开源硬件的应用，并为爱好者们提供一个交流、分享和共同创造的开放平台。他还在ACM等学术期刊发表过创客文化和未来创新的相关学术文章。

演讲关键词 | 创客　创新　创客空间　新车间

导读

什么叫做“创客空间”？什么叫做“创客文化”？听起来似乎是很高大上的名词，然而在李大维老师看来，创客就是利用自己的空闲时间做一些有趣的、好玩的东西的人，这些人中有很大一部分是学生。他们的很多东西都是“玩”出来的。而创客空间就是很多人一起做很多好玩的项目，就这么简单。那么，怎么玩可以称为“创客”呢？

“玩”出来的创新——创客文化和创客空间

一、什么是“创客”

创客是指利用自己的空闲时间做一些有趣的、好玩的东西的人。这些人中很大一部分是学生。他们所做的东西和电子、计算机有关，听起来好像很深奥，其实不然。

二、创客玩什么

1. 3D 打印

3D打印这两年很火，但是创客玩3D打印更早。现在我们社区里就有好几位偏好制作3D打印机的创客，有人偏好大型的，也有人偏爱制作可爱又迷你的3D打印机。每三个月，创客们会聚集起来，带上他们的作品，留下照片。这就是我们社区里3D打印的“龙争虎斗”。

2. 3D 映射

3D映射，就是用一台投影机在自己做的3D模型里投影出3D的都市：位于不同平面上的几个建筑，只用一台投影机就可以实现。这是一个很有趣的方式，利用二维技术和三维空间的方式进行混合，从而构建出属于自己

的空间小都市。这种方式不需要你把建筑一个个画上去、涂上颜色，仅仅只需要使用一台投影机，再把做出来的模型涂上颜色即可。

3. 机器人

机器人并不一定要有“人”形，要有手有头。机器人是指：在我们不去干涉、控制的情况下可以自己做出判断的智能物体。创客曾制作的最简单的一台机器人，只凭借两个瓶盖、几个小电路，它就能循着在地上画的黑线走。

4. 电工等项目

创客的作品中也有做给更小的小朋友玩的。例如黏土电路，就可以在自家厨房里做出来。当把导电的和不导电的黏土合在一起时，就可以像捏娃娃一样捏出一个电路来，里面可以放上不同的传感器、LED灯，可以让它通过闪光等电子物品的反应方式和人互动。

5. 其他方面

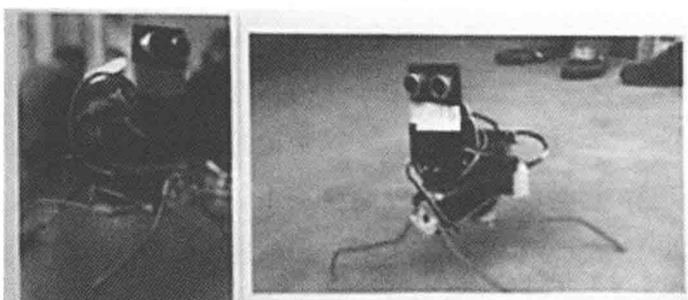
创客不仅只“玩”电子，还制作其他方面的东西。例如“鱼菜共生系统”，这是一个将养鱼和种菜放在一起的系统。通常养鱼要每两周换一次水，为什么？因为鱼在水下呼吸排出阿摩尼亚，而阿摩尼亚对鱼有毒，所以当阿摩尼亚在水里浓度过高时，就要换水。而在这个系统中，我们利用一个天然的消耗过程把阿摩尼亚转化成硝酸盐（植物肥料里最重要的一种成分）。在鱼菜共生的组合系统中，水面上的菜把硝酸盐消耗掉后，水里的阿摩尼亚浓度会下降。所以，“鱼菜共生系统”中的植物不需要施肥，鱼也不需要换水。

三、创客如何玩——以机器人为例

现在机器人的设计有两种方式。一种是把机器人**越做越大**，所有的功

能都在里面；另一种是类似于蚂蚁社会的**“群体性”机器人**——其中每一台小机器人只有很简单的功能，但当它们聚集起来的时候就可以实现很复杂的行为和功能。在电视上或水族馆里，我们看到过有一大群鱼能很快地一起转弯，有人知道这是什么道理吗？就像大雁一样：古人看到大雁飞在空中成为“人”字形，认为飞在最前面的那只就是头雁，所以古代的兵法认为把头雁射下来，雁群就散掉了。其实不然。近代的研究证实，每一只大雁在飞行时都会保持一个原则，就是观察自己的左边或右边，并跟前面的大雁保持一定的距离和同样的速度，这样往前飞就自然形成了“人”字形。飞在前面的大雁需要花更大的力量和风对抗，而飞在后面的大雁因为空气的流动力而飞得比较轻松，所以飞在前面的雁是最累的。在这种环境下，整个族群表现出了高智慧的动作，但是其实每个个体执行的都是很简单的命令。群体性机器人就是根据这个原理设计制作的。

我们从去年开始开发这个机器人（见下图），开发团队中最年轻的成员只有16岁，最大的有50多岁。当他们“玩”了5个多月后，在纽约参加了一个比赛，得了第二名。第一名的学校是哈佛，第三名的学校是麻省理工学院。目前，我们正朝商业化的方向继续推进这个机器人的研发。



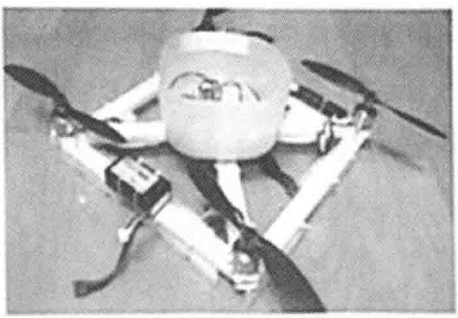
比赛获奖机器人

做机器人其实不需要很复杂的高科技材料。从图中我们可以看出制作这个机器人的材料是什么吗？这个是用筷子、热胶和几个舵机做出来的机器人。我们还可以做很多奇形怪状的机器人。

我们制作过的一个最简单的机器人，是用两个舵机加几个衣架做出来的。它现在的行为是按照很简单的逻辑编制的。它身上像眼睛一样的东

西是超声波距离传感器，所以它可以知道前面是否有东西，距离有多远。如果你想要做一个会追着东西跑的机器人，就要让它看到前面有东西就加速；如果你想要做一个会避让东西的机器人，就要让它看到前面有东西就退一步，并随机地往左或往右走。创客思考的中心是把电路放在我们身边的东西里。假如你玩航模，尝试将一块芯片放到飞机里，它就可以实现很多自动控制的功能。

这个机器人（见左下图）看起来像是废物利用做出来的，它中间保护的盒子是桶装水的底部，旁边的骨架是从铝合金门窗店里拆回来的。为什么我们这样做呢？因为这样的东西你看到、玩过后，会觉得我自己也可以做，不用考虑很多设计方面的东西。右下图是机器人试飞的情况。它的高度在四到五层楼高。当你有了这样的飞行器后，你会拿它来做什么呢？加个摄像头上去看看会怎样。



简易机器人



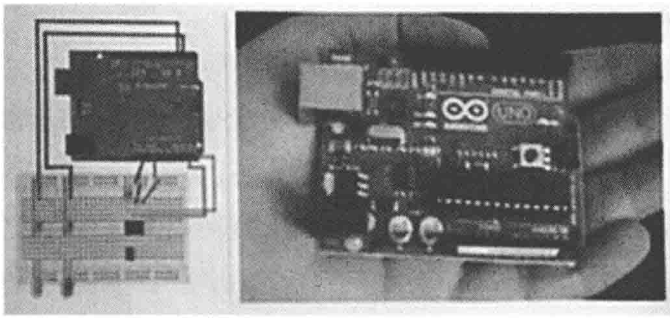
试飞情况

四、“玩”的动力和目的是什么

创客是充满好奇心、喜欢动手制作的大孩子。创客做这些东西，不是为了追求商业目的和即时回报，而是在“玩”。他们利用自己的休闲时间捣鼓这些奇奇怪怪的东西。对这些感兴趣的同学，有很多网上的、书本上的资源可以帮助你们去探索。例如，《爱上制作》系列丛书，收集了七十几个很有趣的制作案例，从机器人、苏打水火箭到土豆枪……其中土豆枪挺可怕的，它可以把一颗土豆射出四五百米的距离，大概就是绕操场一周的距离。

五、创客文化流行的原因

为什么现在有那么多人来玩这些东西（成为创客）？这是因为，现在一片小小的控制器就可以实现一台电脑的功能，而这种控制器目前的价格已经低于100元人民币。



控制器

另外，创客还寻找一些奇奇怪怪的传感器，将这些传感器接到控制器上就可以进行很有趣的互动。基本上，有了这些电路板后，创客就可以把“大脑”（所谓的“电脑”）塞到很多东西里面去实现各种功能。

六、做一名创客难吗

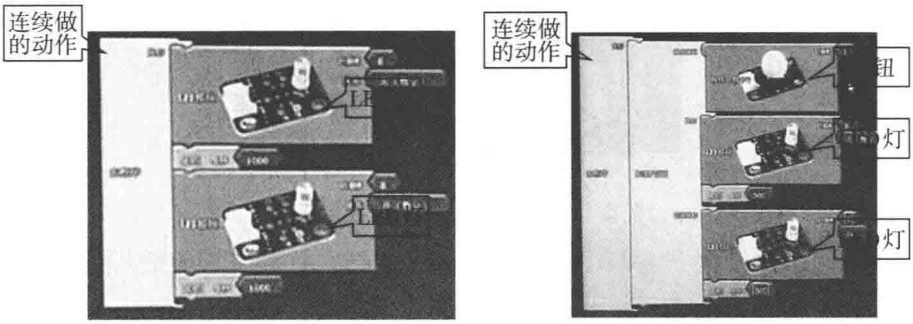
计算机说聪明也聪明，说笨也笨，它其实就是围绕着人给的指令重复做动作。怎么给计算机写程序呢？

我们来看一个范例：用一块电路板和一个LED灯相连，用来实现控制LED灯闪烁的功能。

电脑只是按部就班地按照指令做事，下页图中左侧黄色部分就是让它连续做的动作，我们把插上去的LED小灯的状态变成“开”，等一秒钟，电脑接到这个指令后就会打开这个灯，再等一秒钟，电脑会关上这个灯。这就是我们看到的第一个简单的程序。

在这个程序的基础上，可以让它再复杂一点，我们需要进一步与电脑互动。最简单的互动——你在玩具里经常会看到——就是如何把一个（玩

具上的）按钮加到程序中（以实现控制功能）。这是很基础的编程理论，当程序满足条件时就执行这个内容，不满足条件时就执行另一个内容。当按钮按下去时，LED灯的模块就关掉了。经过刚才的修改后，这块电路板就实现了使用按钮来开关LED灯的功能。



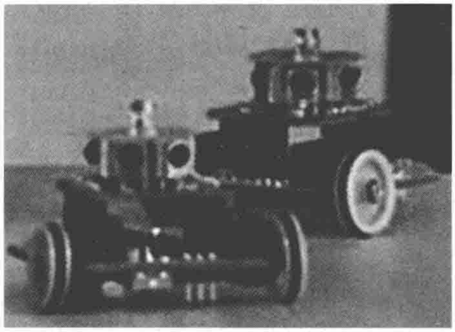
用程序控制LED灯闪烁

还有没有其他更有趣的传感器（控制系统）呢？大家有没有在手机上玩过重力感应的游戏？没有赛车的输出系统，怎样模拟赛车的方向盘功能？我们可以在电路板上装一个倾斜的设备，当它倾斜的时候，灯就会亮起来；水平的时候，灯就暗掉。我们就可以使用这种传感器来侦测一个东西到底是水平的还是倾斜的。

有同学玩过Talking Tom（汤姆猫）吗？让我们来做一个简单版本的Talking Tom吧。使用一个可以侦测声音大小的传感器，再写一个程序：当声音足够响的时候，灯会变亮；声音太低的时候，灯就变暗。这是一个很简单的程序，你看到的过程会是这样：信号从声音的传感器输进来，当数字大于100的时候，就打开灯。

这样的系统除了可以侦测声音的大小之外，还可以测量周围空气中的杂质，探测我们身边二氧化碳的浓度。这还可以用来制作厨房里的油烟侦测器。炒菜的油烟太大时，会有一个“哔”的声音响起——通常打火机燃烧时释放出来的物质和烷的成分是一样的，所以吹灭打火机的火焰后，传感器侦测到空气中的烷，灯就会亮起来。此外还有环境侦测的传感器，可以用来侦测火焰。

当你初步掌握这些程序，入门之后，程序可以越写越复杂。



群体机器人

这就是刚刚提到的两个群体机器人（上图）。现在设定的程序是：一个机器人会跟着另一个机器人走。当你有很多个（机器人）的时候，它们就会自动排列成一支很庞大、一起移动的队伍。

七、结语

所谓创客，就是这样的一群人，他们在玩这样一些以电子为基础的东西。大家可以发现，想要入门其实并没有多么困难，简简单单的一个程序，只用一个下午就可以编制。通过简单的程序，我们就可以制作一些好玩、有趣的东西。

与大师对话

学生1： **创客空间可以通过什么样的途径和方式加入？在平时可以怎样去体验这样一种“玩”的方式？**

李大维： 目前创客空间在上海市长乐路（编者注：2014年搬迁至愚园东路），我们还在推广，我们希望在所有的学校里都有同学自己成立的一个创客空间——可以是一间教室，或一个兴趣小组，我们很希望跟这样的小小的创客空间有互动。

学生2： **您说的使用的机器人、微电脑和控制软件叫什么名字？**

李大维： 这款微电脑叫Arduino。操作方式是图形化的，不用你再去打字。它的核心系统其实也是围绕着Arduino的，你可以尝试（用它）做机器人。

学生3： **刚才那种电脑芯片，如果我把它和手机相连，能使我的手机变成一台小电脑吗？**

李大维： 其实你的手机本来就是一台很强大的电脑，我们可以很容易地通过蓝牙或其他通讯方式，让手机和这些智能的周边联系，而且这个连接越来越简单了，你只需要有想法，这些联系的功能可以很容易地实现。

对男孩来说，有很多比较简单的方法可以发挥自己的创造力，例如家里的遥控器，可以很简单地将这样一块智能控制器与自己的遥控车相连。对女孩来说，可以自己制作智能娃娃，把传感器放到布娃娃里，让它可以和你互动。现在市面上就有一些倒过来会哭的小娃娃。

拓展延伸

1. 创客

创客概念来源于英文maker和hacker两词的综合释义，它是指一群酷爱科技、热衷实践的人，他们以分享技术、交流思想为乐，以创客为主体的社区（Hackerspace）则成了创客文化的载体。

创客的兴趣主要集中在以工程化为导向的主

题上，例如电子、机械、机器人、3D打印等，也包括相关工具的熟练使用，如CNC、激光切割机等，还包括传统的金属加工、木工及艺术创作，例如铸造、手工艺品等。他们善于挖掘新技术，鼓励创新与原型化，他们不但有想法，还有成型的作品，是“知行合一”的忠实实践者。

2. 创客空间

“新车间”是我国第一个创客空间，是一个非营利的组织，也是全球数百个创客空间之一。尽管每个创客空间都自主运营，但大家都秉承着相同的理念——在创作中寻求快乐。在创客环境中，大家可以开发新技术，可以与团队一同协作，也可以参与国际竞赛，寻找并创造新的机会。

“创·新空间”位于上海图书馆3楼，经常举办各类相关活动，并提供丰富的创意类阅读资源，内有波浪造型感应式画廊、电子沙盘、创意工作台等全媒体交流体验空间，创意设计(如各类设计师的设计、作品、技术)展示空间，提供3D打印服务，谷歌眼镜、投影式键盘、体感控制器、声学视听椅等新产品的体验服务。

参考资料

[1]O’Reilly. 爱上制作[M]. 北京：人民邮电出版社，2010-2015.

[2]安德森. 创客：新工业革命[M]. 萧潇，译. 北京：中信出版社，2012.

[3]Hackerspace Wiki. Hackerspaces[EB/OL].[2015-08-17]. http://wiki. hackerspaces.org/hackerspaces. htm.

第三讲

设计漫谈

娄永琪

专家简介



娄永琪：同济大学设计创意学院教授、院长，同济大学中芬中心副主任，芬兰阿尔托大学艺术、设计和建筑学院客座教授。长期致力于可持续设计教育、设计研究和设计实践。当前担任“CUMULUS国际艺术设计院校联盟”执委、美国MIT出版*Design Issues*学报编委、意大利米兰理工大学、都灵理工大学高等理工学院科学委员会委员、丹麦Kolding设计学院设计研究国际咨询委员会委员、DESIS国际社会创新和可持续设计联盟国际协调人等国际学术职务。2002年创立筑道城市设计Studio TekTao。

主要设计作品有：2010年上海世博会联合国馆室内及展览展示设计、2014年青岛世园会、中美可持续发展中心援建的新金带小学等。其设计作品和研究成果曾在芬兰赫尔辛基国家设计博物馆、意大利米兰三年展设计博物馆和法国圣艾蒂安双年展等展出。

演讲关键词 | 设计　设计师　创意　技术　想象力

导读

“Design is to design a design to produce a design.”
这句话中包含了四个“design”，每一个的意义都不同，用这样一句看似拗口的英语，娄教授概述了“什么是设计”（设计是通过策划一个构想从而产生某个结果的活动）。接着，通过对于“设计关注什么”以及“什么是设计师”这两个问题的分析及阐释，我们能够了解设计并非只是一张纸、一支笔的事，它所涵盖的可能大到关注国家发展的战略，小到诸如牙签这样平凡至极的事物。
设计师在大家的观念中，是什么样的形象呢？原来，设计并非高高存在于我们普通人的生活之上，而是靠设计师坐在书桌前苦思冥想而来。设计首先关注的就是“人”。

学习目标

1.认知领域

使学生了解什么是设计，设计涵盖了哪些方面。

2.情感领域

使学生体会设计的乐趣，培养对设计的兴趣和观察事物的热情。

设计漫谈

在设计领域里，我们常常把汽车造型设计作为传统产品设计的巅峰。相对来说，这块是最复杂的设计，所以许多工业设计师的梦想就是成为汽车设计师。

什么是设计？这是香港理工大学的讲席教授John Heskett给的定义：Design is to design a design to produce a design（设计是通过策划一个构想而产生某个结果的活动）。比较有意思的是，这里面一共出现四次design，但是每个design的意思又都不一样。第一个是名词，用来讨论概念；第二个是动词，表示行动或者过程；第三个是结果，也是名词，表示一个想法或提案；第四个是最终完成的结果，或者说是最终设计的结果，我们看到一辆车在地上跑，这就是最终的design。所以，这里面四个design，基本上讲的是设计行业的各个方面。

今天我主要给大家讲两个问题：一是什么是设计？二是什么是设计师？我认为，大学和中学是很不一样的。在中学里，老师会告诉你们"A是正确的，B是错误的"，帮助你们建立这样的是非观。但到大学里，老师更多会问：为什么A是正确的，B是错误的？A有没有可能是错误的？B在什么前提下可能会是正确的？这也体现了不同教育阶段的特性。

一、设计关注什么

1. 设计关注人

我们平时说一个产品好看，这是从视觉上说；说一个产品好用，这是从功能上说。这里大部分的标准都和人有关系。我相信同学们一定了解自己的身高在三五年里发生了多大的变化，会发现小时候穿的衣服随着你年龄的增长已经显得不够大了，会发现你们的凳子、桌子的高度（需求）发生了变化。我相信不少学校已经配备了可以升降的桌椅，在我自己设计的学校里，就选购了可以调节高度的椅子、桌子。因为人在变化，所以设计的策略也在发生变化。一般情况下，一项好的设计，一定是**以人为本**的设计，一定是满足人的需求的设计。

2. 设计关注我们所做的任何事情

其实，设计体现在我们**生活的方方面面**。大家可以看看自己每天的生活，你所接触到的环境、所使用的物品，甚至是接受的信息，都有设计。

其实大部分设计师成名的第一件作品往往是椅子，设计一把非常好的椅子可以使设计师开始他的职业生涯。还有其他各种各样的生活产品，比如手提箱、眼镜、汽车、电脑等。

同学们可能不大用牙签，但是一定见过牙签，对不对？你们知道牙签的顶端有几个凹槽？知道这几个凹槽有什么作用吗？有一部很好的关于设计的影片，你们有空可以去看看。影片一开始的时候就介绍了一根牙签，牙签分为几段，后面这段可以掰下来放在桌上，当你剔牙的时候，你可以把它搁在上面，不会弄脏，这样就可以反复地使用这个牙签了。设计可以细到这么微小的地步，这里面体现了创意和对生活的深度理解。

我们通常看到的雨伞是正圆形的，但是荷兰代尔夫特理工大学设计的雨伞是偏心的，前面伞面少，后面伞面大。为什么呢？因为荷兰风大，普

通的雨伞经常会被吹翻，所以他们设计了一把很独特的雨伞，前面受风面小，后面受风面大，像飞机一样，这样就可以抵挡住强风了。所以，设计确实可以渗透到我们生活的方方面面。

3. 设计关注体验

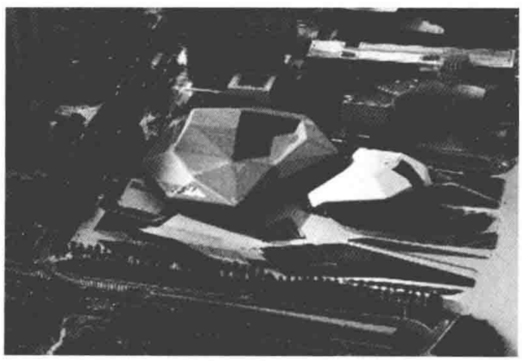
以上两点更多的是说生活中的物品，是物质。而有些产品让人用起来很舒服，这个“舒服”的背后是人们对它的体验。大家可能都知道“苹果”和诺基亚的故事。我记得在2010年和芬兰合作的时候，非常重要的合作伙伴之一就是诺基亚公司。2010年，诺基亚还是世界上毫无争议的“手机王者”。然而，我们会问：诺基亚现在在哪里？为什么诺基亚会输掉这场“战争”，输给了一家从来没有做过手机的企业——苹果公司？很重要的一个原因是，诺基亚提供的**产品体验**和竞争对手相比，存在很大的差距。

4. 设计关注秩序

我印象很深的一篇课文，是钱学森先生写的关于统筹的文章。文章里说道：你在烧水的时候，同时熨衣服，你是应该先烧水还是先熨衣服呢？我先烧水，在烧水的同时熨衣服，这样比我熨完衣服再烧水会节约时间。我不知道这篇课文同学们学过没有？其实这个**孰先孰后**的过程也是设计。

5. 设计关注个性

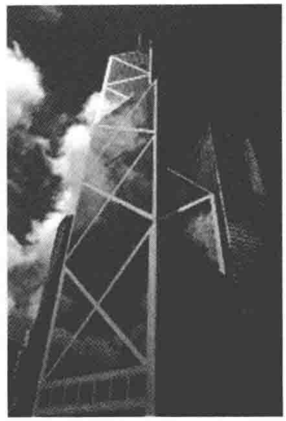
对设计师来说，他的**个性**不仅是通过语言或文字，还是通过他的产品来表达的，这种个性甚至可以扩展到设计师个人以外。以“苹果”为例，在他们产品线的体系里面，经常会用到一个词，叫做**“设计语言”**。大家通常可以看到，“苹果”强调机件



哈迪德设计的广州大剧院

的语言设计，会强调在什么样的位置做出什么样的角，而这个角就成为了这个品牌的语言。

设计师也是如此，我们看到的产品，经常通过它的标志性特征就能判断出这是谁设计的，哪怕上面没有贴他的名字。这样有个性的设计师非常多，比如一位非常出名的英籍女建筑师扎哈·哈迪德，她设计的建筑不用做注释，一看就知道是她设计的。再如，华人的骄傲——贝聿铭先生，老一代顶尖的设计师，他设计了卢浮宫金字塔，也设计了北京香山饭店和香港中银大厦。贝聿铭的设计语言和个性都是通过设计几何体体现出来的，他设计的所有建筑都是几何形。



贝聿铭设计的香港中银大厦

6. 设计关注愿景

比较有意思的是，美国人很喜欢拍一些关于未来的电影，包括：各种各样异形的电影，例如生物可能会出现什么样的变种；各种各样灾难的电影，例如地球会不会毁灭，地球变暖之后人的生存状态会怎样，等等。同样地，设计也关注这样的愿景，特别是我们现在面临许多挑战，例如没有足够的粮食，没有足够的干净水源，空气严重污染等问题。面对这些问题，设计师到底可以做什么？所有这些问题，设计师都可以参与。

7. 设计不完全是美学，还关乎创新

右图是戴森设计的一个没有叶片的电扇。它用创新的技术实现了气流强劲的运作，但是从外观看它又没有机械的装置。大家知道，快速运转的叶片可能会对孩子的手造成伤害，比较危险。这个电扇没有叶片，而且能够提供非常强劲的气流。这位设计师一辈子就研究气流，他通过对气流的研究设计了各种各样的产品。这个品牌就叫戴森，是以设计



戴森无扇叶风扇

师的名字来命名的。这个电扇在欧洲的售价大约折合人民币6000元，差不多比我们一个空调还要贵。

8. 设计关乎想象力

一般情况下，设计师都是比较富有想象力的。大家看看，右图是一个广告，是为一个非常著名的品牌BOSE音箱做的海报设计。一看就知道它做的是喇叭，是音箱，所以它是跟音乐有关系的。但是，海报上的五线谱中跳动的不是音符，而是城市的剪影。这个海报说明什么问题？BOSE的产品可以进入全世界。设计师设计这张海报的时候，运用了他的想象力，用了比喻的方式让读者可以非常轻易地看懂它的用意。



BOSE音箱广告海报

9. 设计关乎战略

什么是中国的设计？中国的设计从来就不仅仅是物的设计，很大的一块是战略的设计，是程序的设计。举个例子来讲，猎人要抓一只老虎，光有一个非常漂亮的陷阱是没有用的，它还牵涉到怎么把这个老虎引到这个陷阱里去，在整个过程当中，怎么避免被老虎发现。这整个过程就是我们传统观念里的计策。中国最著名的计策有：鸿门宴、草船借箭。这好像很遥远，那我们来说个近一些的例子。

改革开放的时候，上海浦东是一块空地。20世纪70年代初的时候，浦东基本上就是农村，只有一栋高房子。从浦西看过去，浦东是平的。浦东与浦西为什么差距这么大？一直到20世纪90年代中期，人们还在这样说："宁要浦西一张床，不要浦东一间房。"为什么？交通不便是很重要的一个因素。所以当时上海市政府就决定：浦东、浦西一定要连起来。有人提了两个方案：一是造桥，二是造隧道。但是当时资金有限，不能既造桥又造隧道。那么，先造桥还是先造隧道呢？

黄浦江是通航的，因此造桥必须保证大船能够开进来，所以桥底的净高必须非常高，而要保持这么高的净高，需要非常长的匝道。当时大部分专家做的可行性分析结论都是造隧道，因为隧道投资省、拆迁少，且不影响大轮船的通行。既然造隧道有这么多的优点，那么最后呢？当时朱镕基任上海市市长，他拍板说，不行，要造桥。大家知道为什么要造桥吗？其实原因非常简单——造桥看得见，造隧道看不见。当时开发浦东是一个战略性的决定，是国家层面的决定，政府投了很多钱，除了目的要实现之外，它还希望树立一个形象，一个非常强的信号——我们中国、我们上海要开发浦东了。所以，最后决定造桥，是因为造隧道是无论如何无法实现这一战略目标的。当然，同学们可能还不大愿意去想战略的问题，更多的是想技术的问题。但事实上，设计也应关乎战略。大家回过头去想想：什么是设计？在汉语词典里，“设计”最早是军事用语。

10. 设计关注未来

我上个月在新加坡开会，和我一起开会的一位专家正好戴了一副谷歌眼镜。谷歌眼镜其实并没有什么神奇的，它就是在眼镜里面藏了一个投影仪，只是把它做到了足够小，这是一个非常有意思的发明。技术的发展一定会给设计带来非常大的挑战和机遇。

在美国麻省理工学院媒体实验室，设计师们正在研究，人类目前已开发出来的技术到底在多大程度上可以改变我们的世界。比如，我们现在拷贝文件，要拿个U盘插到电脑上，通过USB接口传输数据。麻省理工学院开发了一项技术——如果要拷贝文件，选好数据之后，只要在手机上摸一下，再到电脑屏幕上也摸一下，数据就从手机到电脑里了。其实，这个“摸”的过程只是个假象，背后真正的原理无非就是一些自动控制的命令。

设计师一定要对这些新技术非常地敏感，如果你们有空到同济大学设计创意学院转一转，那儿有个开放创造实验室，是为全社会创业者准备的，你们想做什么就跑那儿去做吧，可以看看现在开发的技术怎样跟你们

学到的知识、创造力结合起来，设计出一些让自己感动、让学校感动、让世人为之一惊的东西。

11. 设计关注卓越

设计师一般都会很忙。为什么很忙？因为设计师的时间永远不够用，他们希望在给定的时间内和条件下把事情做到最好。大家都知道宝马的汽车，我不是提倡这个品牌，但是这些好的产品在设计上的投入的确是非常惊人的，世界上最有才华的设计师在帮他们做设计，对每个细节都会非常地讲究。

12. 设计关注每个独特的普通人

设计关注每个独特的普通人，从老人到小孩，这里面当然有一个“设计为谁服务”的讨论。同济大学设计学院门口有一个愤怒小鸟广场，现在只完成了第一步，有一些像玩具一样的东西在那儿。当时有些师生就觉得这似乎不是设计学院应该有的东西，他们觉得设计应该是比较酷的东西。在传统的观念里，设计学院的东西确实是比较酷的，但后来大家慢慢地接受了这个观念——有老人（爷爷、奶奶）带着孩子到设计学院来玩，我们不应该觉得这是一件奇怪的事情。之前设计师（即传统的设计师）所服务的人群大约是10%比较富裕的人群，他们在使用设计、欣赏设计，而剩下的90%的人群并不是设计师服务的对象。那么接下来，如果设计要更好地为社会服务的话，这90%的人群就应该越来越多地进入设计师的视野。

美国有一群人发起一项运动：让尽可能多的人接触计算机技术。他们就设计了一台售价只有100美元的计算机。通过商业模式的运作，这个产品就投入市场了，他们在做推广的时候都是在非洲，非常多的非洲小朋友在用这个100美元的设计，产品非常结实。这就是说，设计服务的金字塔要往下移，要为更多的人服务。

13. 设计关注系统和环境

在城市里，大家看到的指示系统、绿地系统，都是非常复杂的设计对象。例如，我们进入机场，看到机场那么多的工作人员，但是他们不会迷路。为什么？因为机场里有非常清晰的指示。这都是设计关注的对象。

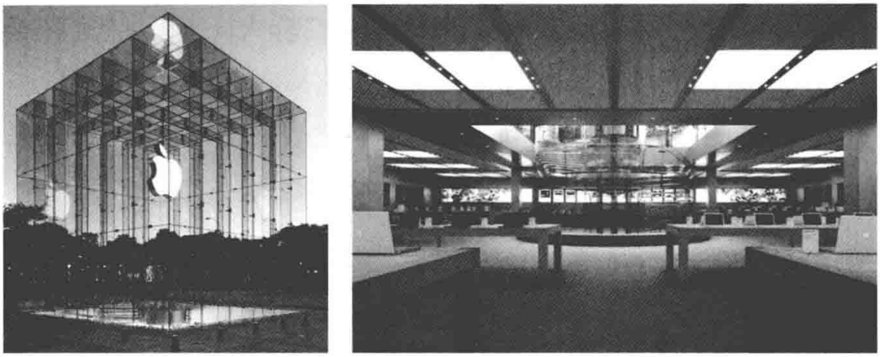
“苹果”的出名是和设计师非常有关系的，现在“苹果”公司几乎成为许多设计师梦想服务的一个公司，当然既有它本身的设计师，也有它雇佣的设计师。很多“苹果”产品的设计细节都成为了设计的经典教材。比如“苹果”的LOGO，大家可以看到的是苹果被咬了一口，通过一些辅助线，你们可以看到这个标志后面有着非常严谨的设计过程。也就是说，一个看上去舒服的设计，其背后有非常理性的分析，所以想做设计师，学数学也很重要。“苹果”选了非常漂亮的字体，在相同的分辨率下，“苹果”机的字体分化要比PC机做得好，字体会更光滑。为什么呢？因为当时乔布斯对完美的追求到了吹毛求疵的地步，一定要使他的产品从战略到细节都经受得住严格地检验。

再说说包装设计，“苹果”产品的包装都做得非常有特点，我们比较了许多手机、电脑的包装，相对来说，“苹果”的包装体积是最小的。这里面又牵涉到一个环境责任的问题，越小、越简单的包装对地球资源的损耗就越小。

现在创新界、科技界都在谈5年以后到底哪个企业会引领科技、引领创新。当初“苹果”为什么能战胜诺基亚和其他竞争对手？不完全是靠它的产品，更多的是靠它的服务。“苹果”创造性地改变了大家听音乐的方式。“苹果”非常成功地推出了iPod音乐播放器，它的音乐不需通过物理介质进行传输，而是通过网络进行传输的。“苹果”公司非常敏锐地抓住了网络化生活对人的影响，它通过一个半开放的系统，使全世界的开发者都可以为它开发应用。这是个商业模式的创新。

“苹果”还颠覆了它的销售方式——体验店。下页图是最早的一家“苹果”体验店。它在地下，因为地下的空间比较便宜。尽管租金便宜一点，但是“苹果”不能掉价，所以它在广场上做了一个立方体的玻璃盒

子。进“苹果”都是通过坐电梯或者走楼梯到地下去的，所以不会让人觉得地下是一个非常廉价的场所。



纽约“苹果”体验店

“苹果”体验店里是没有柜台的，里面穿梭的是穿着蓝色衣服、具有高识别度的“苹果”员工，他们每个人都可以被称为技术天才，有什么问题都可以咨询他们，同时他们也是营业员。体验店里所有机器都可以试玩、试用。这是流程的设计，是服务的设计。

二、什么是设计师

1. 设计师是创造梦想的人

大部分人都认为设计师是创造梦想的人，设计师通过设计把没有的东西造出来。如果大家去看看关于设计师的报道或者影片，可以发现他们为这个世界创造了非常多的文化，不论是建筑设计师、产品设计师，还是平面设计师，他们的创造是我们现代文化中非常重要的一部分。

2. 设计师是开拓者

这也是设计师给大家留下的普遍印象之一。从外表上看，大家可能一眼就能看出一个人是设计师，他的穿着、行为方式可能会和普通人不大一样。设计师可能就喜欢“新”，创新是设计师最重要的一个特色。设计师

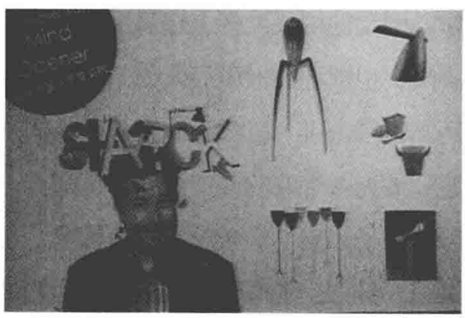
一般都不大喜欢说话。在设计圈，有大量设计师非常杰出，但是他们中大多数不太会说话，有少数会说话的可以做很好的老师。设计师和教育者这两者不完全重叠，这跟艺术家有点像。当时徐悲鸿先生请齐白石到中央美院去教绘画，齐先生说："我只会画画，我不会教书。"徐先生说："没关系，你不用讲话，你来上课就是画画，你到教室里就画画，画完你就走，你不用说一句话。"所以当时齐白石在中央美院教书的时候，每次去都在那儿画画，学生在一旁看，画完他就走。现在我们可以去反思，虽然这个过程靠的是悟性，但是光靠学生的悟性去传授是远远不够的。设计师最常用的方式是图形，他通过图形去表达。同济大学设计创意学院有30%的研究生是外国人，这正是因为设计师基本上是"视觉人群"，所以用视觉手段和非常简单的语言就可以进行无障碍交流。

3. 设计师是发明家

事实上，有非常多的发明都是设计思维的产物。我们常常讲，一个大胆的设想引领了创新。不是技术引领了创新，而是设计引领了创新。"苹果"就是这样的，从音乐和听众接触的方式来说，技术一直在这里，但是为什么"苹果"最后可以成功地领导了这场革命，使全世界的人都改听MP3音乐了？因为它敢想，敢颠覆之前的模式。

4. 设计师是点子发动机

右图是非常出名的设计师菲利普·斯塔克，他是被称为"世界明星设计师"的人其中的一位。前两年，有人请他做个设计普及活动，从全世界最优秀的设计学院毕业生里遴选几位到他的事务所学习，他们拍摄了整个过程。斯塔克是一个非常成功的设计师。他设计了一款看起来像导弹一样的产品，这也许是世界上最出名的



菲利普·斯塔克

榨汁机。它是榨橙汁的，把橙子一切为二，在上面榨，果汁顺着凹槽流到下面的果汁杯里。但是有意思的是，70%甚至80%的人买了他的榨汁机都不会用来榨汁，而是把它做摆设。他还设计了一款漂亮的苍蝇拍，它有三条腿，所以可以立在桌子上，如果有五六个苍蝇拍，可以做装饰。他改变了大家对物件的认识。

5. 设计师是一个与失败相伴的人

右图中的这个人是戴森。刚才我讲过他一辈子都在和空气动力学打交道，思考怎样让空气以更强劲的方式运转。他设计了一个被认为是世界上最漂亮、吸率最强的吸尘器。他设计这个吸尘器的时候，做了五千多次实验。所以我刚才说为什么设计师这么累，因为他们总想要做到完美，而为了做到完美，就一定要用足时间，探索各种各样的可能性。



詹姆斯·戴森

6. 设计师是斗士

右图中这个人是安藤忠雄，他是一个业余设计师，从来没有上过大学，但是他得过世界上建筑设计的最高奖，也被称为世界级大师（之前他还当过拳击手）。因为他有非常强的愿望成为一个好的设计师、建筑师，所以他通过自学、游走世界、思考、勤奋、努力，变成了世界上最成功的设计师之一。这种精神可能是全世界的设计学院都在培养的。一般来说，学过设计的人都非常有个性，即便他们以后不从事设计了也是如此。



安藤忠雄

7. 设计师是模型的发烧友

设计师很喜欢做东西，很喜欢创造。所以很多设计师是模型的发烧友，喜欢做各种各样的模型。我小时候就喜欢做航模。非常自豪的是，我做的飞机模型可以飞得最远，哪怕只是个弹力的飞机。其实这背后，不知不觉就有设计的东西在里面。如果你特别善于创造东西，等你以后考大学，也许选设计专业是一个非常好的方向。

8. 设计师是信息的表达者

这是一个非常典型的设计师思维。大家可能没有机会看我开的车，我的车前面堆满了东西，也许不那么安全，太高的时候需要清理掉，但是平时，它差不多就是一个移动的办公桌。当时著名的创新公司Design Continue的老板看到我的车时，他说："我得拍张照，这是creativity work。"所以在设计师里面有一大半的人，他们不是那么循规蹈矩的，你从他们的办公桌就可以看出来。例如我们国际设计学校联盟秘书长的办公室，你走进去的时候，基本上无处下脚，因为他会把他所有的文件和资料堆在地上。这是他的工作方式，他可以很方便地找到他要找的文件，这就是设计师的工作方式。他可以颠覆大家一直认为的可以高效办公的方式。事实上，他是我所认识的世界上办事最高效的行政人员之一。原来他们只有两个人处理我们国际设计学校联盟200所学校成员的事务，每年我们要开两次大会。开始的时候就只有这两个人，到现在也就三个人，他们处理了全世界设计学校的事务。

9. 设计师是团队的协同者

设计不是一个人的活，如果设计师不能和别人合作，他是没有办法完成我们刚才讲到的所有使命和任务的。不论是我们讲到的为企业服务的设计师，像"苹果"公司的设计师，还是一些更加传统的职业，比如说建筑师，都必须要跟其他工程师、业主、用户合作。贝聿铭先生曾经说过，他不是选项目，而是选业主。因为最后谁是你的业主，他将决定你50%的设计，甚至更多。当然，业主只是设计师协作者中的一小部分，还有其他非常多

的协同对象，比如说最终用户。现在在我们设计学院，有个研究方向变得越来越重要，就是怎样和最终用户一起来设计。

事实上，我讲了这么多跟设计有关的故事，但我从来没有打算给大家一个标准的答案，因为好不容易有这次机会，我想让大家想一想什么是设计。时间还很长，也许有一部分同学以后会选设计作为你们的终身职业。我想这里面的乐趣就在于发掘。但是有一点我可以告诉大家，设计师是为数不多的可以把工作和兴趣完美结合的专业。设计师很难分清楚他是在工作还是在生活，因为他一直很快乐，学设计是非常快乐的。

最后，我以我们学院的院训来结束今天的演讲：为什么来学设计？首先，学设计是为了人生的意义，让我们的人生过得更加有意思，更加快乐；第二，学设计，是为了世界的未来，任何不如意的地方，我们通过自己的设计都能够加以改善。

与大师对话

学生1： **现在企业是以业务为标准还是以人为标准？**

娄永琪： 下围棋有几个不同的境界，获胜只是第一个境界。下围棋的人说我不仅要赢，而且我要赢个好型，不是恶型。我赢你这个白棋，最后在排面上是个非常好的型，这就超出了一个赢的层面。你提的问题其实也是一样的。利润有两种：一种是短期的，一种是长期的。越伟大的企业越考虑去反哺社会。我举个例子，乔布斯和比尔·盖茨各自在车库里创业的时候，两人都说自己要改变世界，没有人相信他们，两人都是大学的失败者。但是这两人真的改变了世界。我们现在要么手上拿着苹果手机，要么用着装有微软系统的计算机。但是你们看看比尔·盖茨走的路，他现在不在微软了，大部分时间在非洲，他成立了一个基金会，在考虑该

为社会做些什么。所以，一个成功的企业和一个伟大的企业之间是有差别的。现在信息都很透明，大家可以去比较一下不同的企业。

学生2： **设计师的灵感是突然出现的还是长期积累的？**

娄永琪： “灵感”这个词在传统教育里被认为是很重要的，所以设计师们希望有更广阔的见识，应该到处走走，看更多的书，了解更多设计对象的需求等。但是从教学意义上讲，我们认为这个是要区分来对待的，我们更多的是研究怎样把设计师的灵感从偶然变成一个必然的现象。金庸的武侠小说里，段誉有六脉神剑，有的时候管用，有的时候不管用。但对设计师来说，今天有灵感，明天没灵感是不行的。我们应该使创造从一个偶然现象变成一个必然现象。我们既要承认灵感这件事情，同时也要在设计教育里尽量把灵感变成学生的一种基本能力。

学生3： **设计师的创造力优于常人吗？**

娄永琪： 可以这样说，设计师有四个境界：第一境界，给人们做设计——我设计出来的是大师级作品，这榨汁机不管好用不好用，你都拿去用，因为我是大师，所以你要买我的东西。第二境界，为人们做设计——我研究你，了解你的需求，设计对你来说适用的产品。第三境界，和用户一起做设计——你的很多想法也可以参与进来。比如3D打印，它降低了技术门槛，使普通人也可以参与到设计的过程中去。更加具有代表性的例子是数码相机，以前，拍照不是所

有人都能干的活，是门技术活，光圈、快门，一定要搞得非常清楚，你才能拍照，但现在大家手上只要有个相机，就能拍照。第四境界，全世界的人都变成了设计师。当然，这是最高境界，我们现在正在研究，怎样让设计变成跟语文、数学、化学这样全面的、普遍的知识。这样，设计创新的国家战略就比较容易实现了。否则，只依赖这一小部分的设计师，可能离改变我们这个世界的目标还比较远。

拓展延伸

1. 诺基亚

诺基亚是一家总部位于芬兰埃斯波，主要从事移动通信产品生产的跨国公司。诺基亚成立于1865年，当时以造纸为主业，后来逐步转向胶鞋、轮胎、电缆等领域，最后逐步发展成为一家手机制造商。自1996年以来，诺基亚连续14年占据全球手机市场份额第一。面对新操作系统智能手机的崛起，诺基亚全球手机销量第一的地位在2011年第二季被苹果和三星双双超越。

2011年2月11日，诺基亚与微软达成全球战略同盟并深度合作，共同研发Windows Phone操作系统。2013年7月11日23时，拥有4100万像素的诺基亚Lumia 1020正式在纽约发布亮相。

2013年9月3日，微软宣布以约54.4亿欧元的价格收购诺基亚设备与服务部门（诺基亚手机业务），并获得相关专利和品牌授权。2014年4月25日，诺基亚宣布完成与微软公司的手机业务交

易，正式退出手机市场。

2. 贝聿铭

贝聿铭出生于中国广州，祖籍苏州，是苏州望族之后，美籍华人建筑师，其作品以公共建筑、文教建筑为主，被归类为现代主义建筑，善用钢材、混凝土、玻璃与石材。其代表作品有：北京香山饭店、香港中国银行大厦、巴黎卢浮宫玻璃金字塔、苏州博物馆新馆、华盛顿中国驻美大使馆、澳门科学馆、卡塔尔多哈伊斯兰艺术博物馆等。

贝聿铭荣获过1979年美国建筑学会金奖、1981年法国建筑学金奖、1989年日本帝赏奖、1983年第五届普利兹克奖，及1986年里根总统颁发的自由奖章等。

3. 詹姆斯·戴森

詹姆斯·戴森（James Dyson）——工业设计师、发明家、无尘袋真空吸尘器的发明者、戴森公司的创始人。他被英国媒体誉为“英国设计之王”，是最受英国人敬重的、富有创新精神的企业家之一。他所发明的双气旋系统被看做是自1908年第一台真空吸尘器发明以来的首次重大科技突破，彻底解决了旧式真空吸尘器气孔容易堵塞的问题。如今，这一吸尘器成为英、美、日、澳等国吸尘器市场的最畅销产品。

参考资料

[1]威廉斯. 写给大家看的设计书[M]. 苏金国，刘亮，译. 3版. 北京：人民邮电出版社，2009.

[2]克鲁克. 点石成金：访客至上的Web和移动可用性设计秘笈[M]. 蒋芳，译. 北京：机械工业出版社，2014.

[3]诺曼. 设计心理学[M]. 北京：中信出版社，2014.

[4]原研哉. 设计中的设计[M]. 纪江红，译. 桂林：广西师范大学出版社，2010.

第四讲

孔爱国　华尔街之门——货币与金融常识

专家
简介



孔爱国：复旦大学管理学院财务金融系教授，博士生导师，上海市曙光学者。1989年大学毕业后去军工厂工作3年，然后考取经济学研究生，获得博士学位。在复旦大学数学所做一年半博士后，随后留校任教，力求将理论与现实结合起来。曾多次到美国华盛顿大学、哈佛大学做访问学习，同时也与国内几所院校有密切的交流。在国内外专业期刊上发表金融与经济研究方面的文章几十篇，编著了大学生与研究生的教材若干本，承担了十多项各级课题研究。

演讲关键词 | 货币　金融　银行　投资银行

导读

孔教授在讲座中讲述了一些货币与金融的入门知识，让同学们对金融知识有一个初步的了解。首先孔教授讲述货币产生的历史以及货币的用途。接着还向大家介绍了不同国家的货币，让大家明白货币还反映了不同国家的文化。此外还讲述了银行的功能以及银行对国家经济建设的意义。还向大家介绍了投资银行。

学习目标

1.认知领域

理解货币的内涵、性质、用途，明白货币产生的历史；理解银行的功能及其重要性；明白投资银行的功能。

2.情感领域

感受金融之美，规划自己的未来。

华尔街之门——货币与金融常识



华尔街街景

今天讲座的题目是《华尔街之门——货币与金融常识》。什么意思呢？如果你想要进入华尔街，就必须了解这些入门知识。华尔街是什么地方？它是全球的金融中心之一。华尔街长不过500米，平均宽度11米左右，是一条很窄的街道。但是在这条街上聚集了世界性的金融机构，像银行、投资银行、保险公司等。我们上海陆家嘴也是一个金融中心。大家有没有想过长大后在哪里工作？想不想去陆家嘴？想不想去华尔街？那么想去的话要做些什么样的准备？不想去的话也可以了解一下，因为未来生活肯定离不开金融，比如说长大之后要买房，要投资，要买车……这些都是和金融分不开的。

一、货币

我们要了解**金融**，首先就要了解一个最基本的东西。“财、货、贡、赏、贫、赐、贿”这些字大家都认识，它们有一个共同点，是什么呢？它们都包含了一个“贝”，那“贝”是什么呢？有人说是“钱”。中国最早的**货币**就是贝壳。那么为什么人们需要钱呢？因为要去交换。大家都很清

楚，钱是很重要的，没有钱我们的生活就不能维持。为什么贝壳能当货币呢？因为稀有，稀缺性非常重要。那为什么要用贝壳来交换呢？因为贝壳交换要比传统的物物交换更方便。

在远古时代，大家的生活都是自给自足的，都不需要去交换，但是随着生产力的提高，随着社会的专业分工，自己生产的东西自己消费不掉，所以要拿自己剩余的东西和别人剩余的东西进行**交换**。交换有一个非常大的好处——提高了自己的满意程度。比如说，一个农民种小麦，种多了消费不掉，另一个农民种韭菜也消费不掉，所以他可以拿韭菜去跟小麦交换，交换的结果就是他们两个人都能吃上韭菜饺子。交换的前提是，种小麦的人和种韭菜的人水平越来越高，产量也越来越高，超过了自己的消费水平，就自然而然地产生了一种交换的需要。

但是物物交换不太方便，因为想拿小麦去交换韭菜，那就必须恰好找到有韭菜的人。随着产量的增加，物物交换变得越来越麻烦。那怎么办呢？所以要找一个中间**等价物**（比如贝壳）。那么只要把小麦拿到市场上去卖掉，换回贝壳。等需要韭菜的时候，再去市场上用贝壳把韭菜买回来就行了。货币本质上充当了一个等价物，为交换提供了便利，交换又增进了人们的福利，使人们的生活越来越丰富多彩。因此，货币是很重要的。

但是贝壳在作为货币的时候有它的局限性：社会越来越发达，而贝壳的数量是有限的。所以从商朝到战国时期，货币发生了很大的变化。当贝壳无法满足人们的需求时，人们就用铜这种金属做成货币，叫做铜币。到战国时期，货币的形状变得多样化。在秦始皇统一中国之前，货币都是杂乱无章的，每个人找到铜都可以自己去铸造货币。后来秦始皇统一中国，地方铸币演变成了中央铸币。秦统一货币，以半两为单位，大概8克左右，这就是标准化货币的出现。到西汉汉武帝在位时，强化中央集权，国家统一铸造五铢钱，外圆内方。这些货币还是由重量统一来铸造的，后来到了唐代，向通宝和元宝演变，全国都流行这样的货币。它采用的是十钱一两制，就跟我们现代一样，十分为一角，十角为一元，逐步往上进。

到了北宋时期，人们带着铜钱不方便交易，会把铜钱存到金匠那里

去，开个收据，这就是中国纸币的前身——“交子”。最早的纸币是在四川成都流通的，它的出现比西方国家早六七百年。一般谈世界早期货币的时候都是谈中国的货币，因为中国历史源远流长，上下五千年。

大家能不能总结一下货币的形成过程有什么特点？从最初的贝壳到现在的纸币，有什么共同的特征？那就是方便交易。如果没有这种便利的话，现在经济就不会这么发达了。货币朝着越来越便利的方向发展，所以现在纸币也不太用了，更多地是用信用卡。**信用卡**是什么？它是一种**电子货币**。每张银行卡都有一个特定的代码。你所有的货币都存在这个代码之下，也就是说你的财富都在计算机里面存着，这样交易就更方便了，出门连纸币都不用带了。所以货币是向便利的方向发展的，纸币慢慢地向电子货币演变，这是人类社会进步的一个过程，这也反映了生产能力的提高。

可能在将来连电子货币都不需要了，等到未来看大家能不能发明一种新的货币，这就需要大家的智慧了。50年前，人们很难想象有电子货币。可是今天有电子货币了，大家都可以去网上买东西了，只要点一点，东西就可以寄过来了。电子货币的这种便利从本质上讲来源于技术进步。如果没有网络技术的进步，我们的电子货币也不能取代纸币。所以网络技术的革命也依赖于高科技。

货币的**用途**有哪些？首先，它是交换的媒介。其次，它也是价值的尺度，大家去买东西的时候，会考虑要花多少钱。第三，它是重要的价值存储手段。报纸上在报道那些富豪时，你在想什么呢？他很有钱。“他很有钱”这句话背后的含义是什么呢？他到底有多少钱呢？这是可以用货币去衡量的。

货币反映了不同国家的**文化**，大家看1美元上印的是谁？华盛顿，美国之父，美国的第一任总统。他值得人们纪念。那为什么要把他印在1美元而不是100美元的纸币上呢？（100美元上是富兰克林）西方的文化是这样的：最重要的人应该让社会上的绝大部分人知道。接触1美元的人肯定比接触100美元的人多，因此把最重要的人物印在1美元上。英镑上印的是英国

女王，英国权力的象征。欧元在欧洲19个国家使用，所以欧元纸币没有自己的特色。欧元从1999年开始使用，2002年1月1日正式流通。19个国家同时使用这种货币，那么它要保持什么样的特征呢？每个国家都要达到一定的要求才能使用这种货币，这个问题值得同学们长大后慢慢研究。

日元有什么特征吗？它的面值较大，最大面值是1万元。欧元的最大面值是500元，英镑的最大面值是50元，美元的最大面值是100元。大家可以看到不同国家货币的最大面值是不一样的。为什么日元用1万元面值的纸币呢？那是因为日本的物价水平比较高。大家看看我们中国的人民币，第一套最大面值是5万元，第二套最大面值是10元，第三套最大面值还是10元，第四套、第五套最大面值达到了100元。大家可以发现一个什么样的规律？物价水平从高到低，再从低到高。那么未来中国会不会印其他面值的货币？如果物价不断地上涨，很有可能会印出500元、1000元面值的纸币。为什么要发行这么多套人民币呢？第四套和第五套看起来差不多，但却反映了我们国家造币技术的进步，第五套被模仿的可能性比第四套下降很多。小小的货币和邮票一样，在方寸之间都有它的学问，值得我们去观察、去研究。

二、银行

货币在银行流动，那你身上带钱对货币的流动会不会造成什么影响？我们把钱放在口袋里，就是让它“躺在口袋里睡觉”，但如果把钱放在银行里，银行会想办法把钱贷出去，发挥货币流通的特性。货币流通的速度越快，对经济发展的作用越大。世界上有很多人需要钱，银行把钱贷给他们，可以扩大生产，解决社会的就业问题。所以从某种程度上说，银行的资金周转速度越快，对拉动整个社会经济增长的好处越大。所以银行是一个非常重要的部门。我国有四大国有银行，从银行的标识就可以看出银行是经营钱的地方。

你们去过银行吗？去银行干什么呢？很多人说是为了存钱。把钱存在银行就为国家的经济建设做出了贡献。最早的银行是商业银行，因为



香港中环

最初去银行贷款的都是从事商业的。左图是香港中环，中环是香港作为金融中心的标志，图中有两根柱子的楼是中银大厦，是中国银行在香港的大楼。

我们去银行存钱、取钱，对银行来讲要保持其**流通性**。但如果你把钱存到银行去，有一天你去取钱，银行告诉你暂时没有钱给你，那就说明银行破产了。那么应该怎样经营银行呢？保持现金的流动、货币的流通和稳定都是非常重要的。一个发达的国家有一个发达的银行体系，而发达的银行体系是需要非常聪明的人去经营的，既不是简单的吸收存款，也不是简单的发放贷款，而是要保持银行资金的**稳定性**。因为越稳定的银行，人们才更愿意把钱存进去，钱存得越多银行才能贷出越多，银行才能赚钱。大家要清楚，你自己想赚钱的时候一定要帮助别人也赚到钱，这样你才能赚到钱。这就是做金融的人应该理解的：不能只顾自己赚钱而不顾别人，这是不可能的，这样银行是经营不下去的。

大家知道中国有多少家商业银行吗？不知道不怪你们，但是你们要做一个有心的人，做一个有观察力、会思考问题的人。平时你在街上看到银行的时候，看到不同的标识，你有没有想想中国有多少银行，有多少标识？如果你这样思考的话，你会进一步想，为什么需要这些银行，中国的银行是多了还是少了？

银行非常重要，经济发展到底需要什么样的银行？很多人说需要分支机构很多的银行，因为担心小银行不守**信用**。其实你们不用担心，所有的银行都强调自己的信用，但是存钱要考虑风险，存钱要保证能把钱取出来。以后你们要去经营银行的话，首先要打消储户的顾虑，只有他们放心了，你才能吸收更多的存款。银行对经济发展非常重要。中国有几百家银行，多不多呢？其实不多。因为中国有13亿人，有几千万家公司，所以不多。美国有多

少家银行呢？美国有近一万多家银行（美国人口仅有三亿多）。所以，当中国的发展赶上美国的时候，你在银行工作的可能性就会上升。

银行是**经营货币**的地方。世界上最主要的货币是一些经济大国的货币，所以一家银行在经营货币时，不仅仅局限于人民币，还有美元、欧元、日元、英镑等货币。如果你想经营银行，经营这么多货币，那么你要了解不同货币的特征、不同货币之间的汇率比价关系。这些比价关系到底由什么决定，这是你们长大后要去学习的。这非常重要，比如你持有什么货币才是更加安全的，如果你持有的货币贬值了，那就不划算了。这些是最简单的道理，我现在没办法全部告诉大家，但是听到这里，大家应该都知道有钱要存银行，存银行还有利息。

三、投资银行

投资银行大家听说过吗？一般企业去商业银行贷款都是贷短期的，但是有时公司需要更长期的资金。比如说一家公司需要购入一个500万元的设备，就可以去银行贷款，但是要五年才能还清贷款，银行觉得太慢了不愿意贷给你。这个时候就可以去找投资银行，也就是我们所说的**证券公司**。它把钱借给你，你不需要还，但是会充当公司的股份。投资银行实际上就是帮助你发行公司的**股票**。譬如有一家公司，它的钱不够，要到市场上募集资金，所以找投资银行来帮忙策划这件事情。投资银行帮它把它的股权买下，再把这些股权卖给二级市场人士。

股票在交易所的交易每天都在进行。你不能把持有的股权退还给公司。比如说，你买了一家公司100万元的股票，如果你不想要的话，就把股权转让给别人（我们叫做抛售，其实就是卖给别人），但不能退给这家公司。能不能赚到钱，就要看你的能力了。我们将来就会有这样一种职业，帮助企业设计它需要的股票、债券和银行贷款。大家说这个工作重不重要？非常重要。他设计好了，公司就能募集到更多的钱，生产就能进一步扩大，其他很多人就能相应地找到工作，社会就发展了。这就是投资银行要做的事情。还有更多的问题需要我们研究，所以我们从现在开始要踏踏

实实学知识，一步一步走。

右图是华尔街一家大的投资银行——高盛投资银行总部，它位于华尔街85号。像高盛、美林，还有已经破产的莱曼兄弟，都是一些大的投资银行。在我国，投资银行就是各大证券公司。



高盛投资银行总部

那么，投资银行靠什么赚钱呢？比如有一家公司，它要募集资金，它去找投资银行，如果你是投资银行，你帮这家公司去发行股票，它现在卖给你100万股，一块钱一股，你拿到了股票，要去卖给别人，你卖几块钱一股？你卖一块五，你就赚五毛，你卖十块，你就赚九块，核心问题是：你能不能设计得出来，让人们相信你这个股票值十块钱？这不是随便说说的，这需要非常强的专业知识，这些知识有待大家将来慢慢去丰富。

投资银行是在干这样的事情：公司需要钱，就把有价证券卖给投资银行，投资银行再把有价证券卖给投资人，投资人把资金给投资银行，投资银行再把资金给企业。所以投资银行和银行本质上是一回事。但是投资银行做的是**长期**的事情，商业银行做的是**短期**的事情。

右图是华尔街标志——牛。我们经常说**牛市**和**熊市**。牛和熊表示什么含义呢？牛市代表向上，熊市代表向下。古代人做交易的时候价格不能说出来，他要是说出来别人会听到，就无法以不同的价格卖给不同的人。牛市和熊市就相当于暗语。由于两头牛在打架的时候是从下往上拱的，所以牛代表向上；两头熊打架的时候是从上往下扑的，把后面两条腿伸直，前面两只爪子往下扑，说明走低。



华尔街铜牛

四、金融与我们

你可以想象一下二十年后你会在哪里。如果你将来想进军金融行业的话，你需要做大量知识的储备，要学好数学、计算机和经济学，学会判断不同国家的整体经济走势，还要去研究不同的公司，研究它们成长性的基础是什么。你在未来的十年里必须掌握所有这些知识，掌握得好就可以去大型金融机构工作。到这些地方去工作有什么好处呢？因为你在拿钱赚钱，工作相对来说比较简单，工作环境相对来说是第一流的，因为这些机构都是在每个城市里最繁华的地方。当然，这需要智慧。金融做到最后就像一门艺术，你所设计的金融产品在某种程度上讲有一种艺术品的味道。所以你得聪明，而你聪明与否建立在你能不能学贯中西，把外国人的东西学明白，把中国人的东西也学明白，这是最重要的。

与大师对话

学生1： 投资银行把钱借给企业，以换取投资人的有价证券，那么如果企业破产了，有价证券就变成没有价值的了。这种情况下投资银行该怎么办呢？

孔爱国： 投资都是有风险的，所以投资人必须要学会自己判断。你把钱存到银行去，银行一定会把钱还给你，你买股票输掉了是没人会赔给你的。所以你将来会不会投资，取决于你是否明白自己缺什么。这都不是百分之百的，市场是有风险的。

学生2： 什么是国库券？为什么美国要推行国债，中国为什么要买美国的国债？

孔爱国： 一个国家就像一个家庭一样，有收入，有支出。国家需要钱来维持国防、社会医疗、教育这些保障，所以当一个国家要维持这些保障的时候，就需要花很多钱。但是钱从哪里来呢？国家的钱一

般是从税收来的。当国家收的税不够花的时候，政府就要发点债券，这就是国债。政府发的债券可以卖给本国人，也可以卖给外国人。美国发行了国债，是因为它入不敷出。对政府来讲，自己没有钱就要向别人去借钱。为什么中国要买美国的债券呢？因为它的债券相对于其他国家来说，安全性更高。

学生3： 现在国内不发行比特币，但它在国外非常流行。我想问，从这一点上可以看出比特币对国外的金融体系有什么影响？

孔爱国： 不同的国家情况不太一样。从目前来讲，我国的货币供给量已经很多了。我告诉你，你可能很难理解。我国广义的货币供给量已经突破100万亿，而我们的GDP才50多万亿，所以货币量已经多了很多，如果再引进这样的代币，可能会对整个金融体系产生比较大的冲击。这些货币往哪里流通是控制不住的。其他国家和我们不太一样。

学生4： 所谓汇率，各种货币之间不同的比例系数到底是根据什么来决定的呢？

孔爱国： 我举两个例子。一个是中国，一个是美国，那么美元与人民币之间的比价关系到底由什么来决定呢？如果这两个国家的生产能力都一样，比如说生产瓶装水，美国生产10瓶水，中国也生产10瓶水，生产能力都一样，但是美国货币发行10美元，中国发行100元人民币，那么在中国每瓶水就卖10元人民币，美国就卖1美元，这时美元和人民币的比价关系就是1：10。所以汇率的比

价关系是取决于不同国家货币的供给量的多少、生产能力的大小，还有这两个国家贸易往来的关系，比如说中国生产这瓶水，但美国不生产，那就不好比较了。

拓展延伸

1. 活期存款

活期存款指无需任何事先通知，存款户即可随时存取和转让的一种银行存款方式，其形式有支票存款账户、保付支票、本票、旅行支票和信用证等。活期存款占一国货币供应的最大部分，也是商业银行的重要资金来源。鉴于活期存款不仅有货币支付手段和流通手段的职能，同时还具有较强的派生能力，因此，商业银行在任何时候都必须把活期存款作为经营的重点。但由于该类存款存取频繁，手续复杂，所费成本较高，因此西方国家的商业银行一般都不支付利息，有时甚至还要收取一定的手续费。

2. 信用卡

信用卡一般是长85.6毫米、宽53.98毫米、厚1毫米的具有消费信用的特制载体塑料卡片，是银行向个人和单位发行的，凭此可向特约单位购物、消费或向银行存取现金，其形式是一张正面印有发卡银行名称、有效期、号码、持卡人姓名等内容，背面有磁条、签名条的卡片。

信用卡由银行依照用户的信用度与财力发给持卡人，持卡人持信用卡消费时无须支付现金，待账单日再进行还款。

参考资料

[1]孔爱国，张铁凡.内外部环境因素对公司投资行为影响及其效果的研究[J].上海管理科学，2013，35（2）：78-86.
[2]孔爱国，余政.汇率的决定与宏观经济的稳定[J].浙江学刊，1996（3）：29-32.
[3]孔爱国.中国金融市场开放的节奏研究[J].复旦学报：社会科学版，2009（2）：1-8.

第五讲

基于『云健康』的生活方式——远程监控

陆大江

专家简介



陆大江：一位健康与运动领域的重量级人物。上海体育学院运动科学学院教授，上海市健康科技协会运动健康专业委员会主任委员。上海市全民健身热线首席专家，上海市学生体质研究专家，上海市糖尿病协会健康教育专家，华东健康教育协会专家，中国体育社会指导员协会专家。他在全国率先将体适能引入到健康体检与健康管理服务中，对运动与健康的关系有全面的解决方案和实践经验。

演讲关键词 | 云健康　健康管理　运动管理　远程监控

导读

试想一下，一个人终其一生的健康档案，都详实地保存在电脑网络中，在授权许可下，医生、当事人都可以通过手机、电脑及时查阅，会产生何种影响？这就是“云健康”理念。在本讲座中，陆教授将为大家展现“云健康”理念在未来生活中的运用，尤其是高科技在健康管理和运动管理方面的应用；同时，我们还会了解到“用感受器接收、用计算机计算、通过网络交流互动、建立档案随时监控”模式在医疗、饮食、健身等各方面的应用，这将有利于大家科学地开展运动，合理地安排饮食，时刻关注自己的生活方式和健康状况。

学习目标

1.认知领域

揭开“云健康”面纱，关注“云健康”与日常生活的联系。

2.情感领域

学习如何采取“云健康”的方式来进行运动和健康管理。

基于“云健康”的生活方式——远程监控

一、未来的生活与“云健康”

所谓“云健康”，就是将高科技手段运用到人们的健康管理中。那么，从“云健康”的角度看，我们未来的生活到底会变成什么样呢?

当一个人在晨跑锻炼结束后，他回到家就立即能看到所有与之相关的健康指标，这个过程就是“云健康”的过程。他的所有锻炼效果和健康数据都将会被存储在电脑的信息后台，同时在家庭黑板或墙壁上进行显示。一旦数据显示他的健康出现了问题，系统就会立即进行提醒。一些影视作品中会出现这样的情景：某一个人运动回家后，只要用遥控器一打开系统，就有医生出现并与他交流刚才锻炼的情况和效果。而未来的健康管理不再需要专用的系统屏幕，只要借助投影就能显示了。

在未来，由于信息可以全部云存储，医生去医院查房或前往病人家中治疗时仅仅需要一部手机或一台iPad，电子设备可以为他在目的地、病房全程做导向。到病房后，他通过查看数据就能了解病人是否已服药，类似这些琐碎的信息都会一项一项被系统记录。所有的计算机记录，都是我们未来生活的发展方向。现在，我们每次体检都要亲自到体检中心去，而未来，医生只需要简单地用摄像头一拍，所有的数据、信息都会被瞬间采集并立即记录到电脑中。这样的超便捷方式已经部分成型，在五年到十年之内就可以完全实现。如果医生、病人分别在北京和上海，两地距离很远，

也不用担心，今后人与人的沟通都能通过网上交流来实现，可以直接对话了。“零距离交流”也能从中体现，因为所有的信息都能从屏幕上看到。以上大致是“云健康”的概念。

二、“云健康”技术

准确地说，“云健康”又称“健康云”，是指通过云计算、云存储、云服务、物联网、移动互联网等技术手段，基于医疗机构、专家、医疗研究机构、医疗厂商等相关部门的联合、互动、交流、合作，为患者、健康需求人士提供在线、实时、最新的健康管理、疾病治疗、疾病诊断、人体功能数据采集等服务。

“云健康”可以说是物联网与云计算的完美结合。例如我们熟知的物联网，在物品运输过程中，计算机是全程跟踪的，也就是说，当物体和云计算全部联合在一起时，就形成了物联网。社区诊断、医院、药店、制药厂等全都可以联结在一起。就像超市里的商品都有条形码，未来我们只要用手机扫一扫条形码，商品的生产地、生产日期、主要的生产负责人都能显示出来，这就是与物联网结合的体现。“云健康”可以应用于远程监控，甚至做手术，康复、美容、农村医疗中的远距离沟通都可以运用到“云健康”的技术。

在执行过程中，移动互联网技术分为感知层、网络层和应用层。所谓感知层，就是一个直接进行接收的感受器。比如计步器，一个人走路或跑步的步数就能通过计步器来接收信息，如果24小时随身携带，那么所有的活动情况都能通过计步器接收并记录。有没有进行活动、活动量多少、健康状况如何、有无身体不适的情况，都能通过感受器来接收。那么，当感受器接收并记录数据之后，如何进行数据传输呢？这就需要用到网络层。网络层还分为有线网络和无线网络。“云健康”的传输过程是通过无线网络来进行的，感受器所接收记录的信息全部会通过网络层被远程输入“云端”，所有的测试仪器之间的联结全是无线的。而应用层存在于各个医疗系统、运动系统和其他各大领域。在健康管理领域，我们还用

到了很多新的互联网技术，比如物联网、3G通信技术、Wi-Fi、条形码等。

关于**物联网**技术的应用，以下举几个例子：比如你们的爷爷或奶奶在家里量血压，那么系统可以通过网络立即将血压值告知你们的父母；又如，一个手表型的仪器可以测量很多信息，如心跳频率等；再如血糖仪，如果糖尿病患者需要测血糖，那么测完之后，数据不仅能被自己看到，也能被医生快速接收到。另外还有许多健康管理仪器，比如智能计步器，它能直接显示一个人活动了多少步、多少时间、消耗了多少脂肪、减肥效果如何等。这些庞杂的信息都能被结合，统一发送到想要知道的人眼前。再如**“健康屋”**，今后我们的体检可能只要在一间小房间中就能快速便捷地完成，人进入这间房间后，所有的身体指数都能快速显示。我们现在做体检可能要花上两个小时，楼上楼下到处跑，今后就便捷很多了。尽管现在还没出现这样的“健康屋”，但今后几年肯定会出现，这也是一种健康公共服务平台。我们现在的手机就有很多功能，比如做心电图，这样心电监护通过手机就可以实现；孕妇对胎儿的监控也能通过手机超声系统来实现。以前在医院做的事，现在在家中也能简单完成。

另外，“云健康”技术也可以支持我们在电子屏幕上看到虚拟的运动场景。比如，在跑步时，只要我们轻触屏幕，就会出现一条路，可能是乡村路、山区路或海滩边的路，各种情景都能在屏幕上显示出来。因此，以后的健身不会很枯燥，假如我想去澳大利亚的海滩跑步，一点击屏幕，澳大利亚的海滩就呈现了出来。这样的情景锻炼，也是高科技所支持的。如果锻炼时系统在模拟上坡场景，我们就会感觉比较累；如果在模拟下坡场景，我们就会感到比较轻松。这种技术已经逐步应用于各个健身房中。

三、“云健康”在生活中的运用

1. 健康芯片

上海日前推出了**运动护照**（也称健康护照）。运动护照里有一张芯

片，只要把运动护照带在身上，不论你到哪里，运动信息都会被记录，这对减肥很有好处。运动护照也体现了“健康云”的概念，就是把个人的运动数据一并集中后进行传输。一个人肥胖的原因究竟是饮食过量还是运动不足，都能从护照数据中找出答案。最近，上海中山公园推出了一个“冠军宝贝”游乐场，孩子们只要一进室内游乐场，就会拿到一张小型护照，护照中也有芯片，会记录个人活动信息，同时，室外的父母可以查看孩子在哪个房间进行活动。

2. 健身步道的数字化能量测试

未来，在公园步道旁，工作人员会设置探头，人们走路的过程全都能被记录下来。人们进入步道走路时，每走到一个点，就能知道自己通过运动消耗了一个汉堡中几分之几的能量。“万步健身”步道也能提示人们，走几圈代表消耗了多少能量，还有走路速度与消耗能量之间的换算方法。如果你在信息柱上扫描一下健身护照，你还能从屏幕上看到你的所有信息，比如年龄、每天运动量等，这样你就可以监测健身效果了。

3. 营养管理

未来，我们打开网上的营养管理系统，把相应的食物拖动到中间的空盘子里，比如玉米、蔬菜、牛奶、冰激凌，然后只需点击“计算”按钮，系统就会为我们计算出这些食物总共含有316卡路里的热量。如果系统提示冰激凌会导致肥胖，不宜食用，那我们试着将冰激凌换成蔬菜，系统会再次计算热量，得出共187卡路里，整个饮食计划就变得合理一些了。如果没有预先计算，我们也可以在吃饭前，用手机给食物拍个照，上传到数据处理中心，系统同样也会为你计算食物的卡路里值，并告诉你这些食物是否有利于健康。

4. 活动管理、健身娱乐

未来可以在运动鞋中装一个感应器，人们穿着鞋子跑步时，所有的信息

都会被感应器收集。跑了多少、压力多少、消耗了多少卡路里，感应器都会告诉我们。现在耐克运动鞋就有一款设计（NikePlus），将芯片放在鞋垫下面，外设一个形似腕表的装置，在跑步时只需按下腕表装置上的一个键，跑动时感应器就得到指令并记录活动。

家中的健身也可以通过“云健康”技术变得更为有趣：朋友们可以同时在各自家中对着屏幕跑步，大家会同时在屏幕中出现，一起跑步，系统会计算每个人跑步的速度。另外还可以模拟比赛或游戏场景，人可以和游戏角色一起运动，比如打高尔夫、打乒乓球、打篮球，只是把鼠标换成了手柄，通过人体活动来玩游戏。

办公室网络健身也很容易实现。人们只需一把椅子，看着网络动画，由慢变快地跟着运动就行，无需器械或教练指导。此外，健身包里含有拉力器、握力器、运动绳、计步器、俯卧撑装置，需要时打开包就能运动。锻炼时所有的数据都会被记录并上传。

5. 网络医疗干预和监控

每个人的活动情况和健康数据都各自被全程记录，可以随时进行监控干预。特别是需要接受监控的肥胖者或疾病患者，他们的活动状态都会被记录下来。

比如体检箱，里面有各种仪器，无论把箱子带到哪里，都可以当场进行检测，测量结束之后，我们就能在手机上看到一张电子表格，其中显示了各项身体指标，并标出问题项。此过程即为远程体检，体检结果会存入个人健康电子档案，便于今后查询。再如可以测试腰围的测试器，拉开尺带绕腰围一圈，固定一下，数值马上就能显示，胖瘦程度也能显示。

6. 健身指导

男性锻炼肌肉时，可以参考“肌肉地图”，点击想锻炼的肌肉名，就可以看到相应的锻炼方法。比如，点击肩部三角肌，就可以看到相应的锻

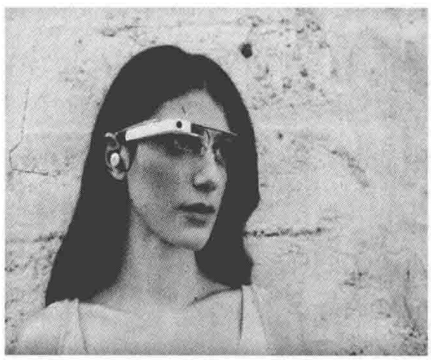
炼视频，前臂练习也是如此。在以前，我们需要去健身房请专门的教练来教，现在不需要了。各种健身动作要怎么做、做多久、用多少力气，都可以从视频里学到。此外，为每个人定制的运动处方也会告诉我们如何科学地进行运动。

四、“云健康”在国际上的应用发展



营养运动睡眠监控仪

手机、iPad可以协助我们测血压，运动手表能显示我们走了多少路。日本研发的一个装置，只要随身携带，就能随时监察自己的活动量、消耗的卡路里数，很方便。去年美国研制的营养运动睡眠监控仪（见右图）是国际上最新的设备。一条手臂绑带就能记录日常活动情况，跑步时、遛狗时的活动量都能反映出来，去餐馆吃东西所摄入的热量也会被记录，甚至睡觉时翻了多少次身也能被记录下来，所有数据都能通过手机查看。



谷歌眼镜

各种运用“云健康”的设备已经被充分开发。耐克有健身监控手环，每晚可以看到白天的活动，比如白天从哪里到了哪里，系统会通过地图反映出来。现在有更先进的功能，吃东西前用手环拍个照，它就能告诉你这些食物是否该吃。在办公室时，每天早上九点手环会提醒你应该活动一下身体，就像我们课间的眼保健操。这是一副眼镜——谷歌眼镜（见右图），你所看到的所有事物都可以通过眼镜上的屏幕发送到你父母那里。

还有更先进的纳米技术，我们将设备贴在身上，人体的温度、血压等指标全都能在设备中反映出来，依靠的仅仅是指尖大小的一块芯片。很多芯片附在衣服上、贴在皮肤上，甚至植入皮肤内，就可以获得所需

的数据。有一种装置可以放在喉咙处，监测人们吃的是流体食物还是固体食物，计算人们吃了多少东西。有一种听骨装置，让声音通过听骨来传导。有一种手腕的感应器，可以通过手的运动轨迹来判断人的活动，比如是在运动还是在抽烟。还有鞋垫中的传感器，可以判断人们是坐着还是站着，因为站时鞋垫受到的压力大，坐时受到的压力小。这些装置都可以监测人的行为。这种**“穿戴式的技术革命”**构建了个人生态系统。这是国际上的最新概念，也就是“穿在身上的技术革命”，我国现在还刚起步，美国、日本已逐步开展这方面的工作了。现在手机进化得很快，但可能不久之后手机也会被智能手表淘汰，电话功能很快也能用它来实现。

五、国内的“云健康”发展

“云健康”的具体解决方案有很多种，我们重点来关注国内的“云健康”发展。国内开发出了“手环健康生活监测”，2015年6月在全国发布。它能将人们24小时的健康状况全部记录到手环里去。手环与手机结合在一起，计算出个人每天完成了多少运动量并予以提示，如“你还有32%的运动量没有完成，希望你加油！”这种手环不仅可以记录人的活动情况、睡眠情况，还能把人走过的路全部记录下来。手环的另外一项强大功能，就是能通过扫描人脸来判断一个人是否健康，还能利用各种模型预测出他未来可能的样子。如果生活方式不良、缺乏运动、整日坐着，那么未来的脸就是系统模拟出的胖脸。用这样一个手环监控生活方式，我们的生活质量必定能得到提升。

最后，我们将利用“云健康”的技术联结各种设备，进行健康管理，提升生活品质。

与大师对话

学生1： 陆教授，您刚才提到手环可以管理健康，我们运动时可以带着手环。可是我比较喜欢打篮球，打篮球时戴着手环很不方便，而且打到人可能会很痛，您觉得这该怎么办呢？

陆大江： 这是个好问题，因为这涉及不同运动分别用什么方式来监控比较好。如果打篮球戴手环不方便，那么可以选择口袋薄片式监控仪器。手环形式、口袋薄片形式的监控功能是一样的，把口袋薄片放在身上，一样可以达到效果，所以不一定要选择手环。

学生2： 这些设备对我们的健康、生活都非常有益。但是要推广设备可能会遇到一个问题：这些设备的成本高不高？

陆大江： 高科技产品刚推出时，应用得比较少，此时成本会很高。一旦普及之后，成本并不高。刚推出的手环式监控器成本大概是500元一个，但是口袋薄片式监控器只有100~200元一个。设备只是前期贵一点，今后一定很便宜。

学生3： 我想问，之前提到的芯片有没有内存上限？存的信息太多会不会导致内存不足呢？

陆大江： 这个问题非常专业。就口袋薄片式监测设备而言，如果每5分钟记录一次，芯片可以储存1个月的数据，但若每30秒记录一次，芯片可能只能记录5个小时的数据。这就是记录频率与内存之间的关系。每两次记录的间隔时间是可以选择的。内存越大，成本越高。以目前的技术来看，芯片可以储存2个月的数据。如果要开发能够记录一年数据的设备，那么对设备的大小、重量都会有影响。

拓展延伸

1. 云健康

结合无线传输技术设计，在电脑、手机、电视机上实时测量人体健康指标（如体重、脂肪、血压、血脂、血糖、血氧饱和度、心电图、温度、身体活动量等）通过云平台对数据进行管理、分析和共享，并跟踪数据建立档案。

2. 运动处方

在体质测试评定的基础上，根据不同性别、年龄、人群，选择各种适合自己的运动项目、锻炼时间，调节运动量，为科学健身提供行之有效的锻炼方法。

3. 网络健身

现实中，人的运动通过信息技术处理直观地表现在电脑、手机或电视机上，基于体育项目和体育规则，通过互联网实现人与人之间的联动，借助信息沟通手段为健身者提供运动指导服务，使人们感受运动带来的快乐，以达到主动健身、科学健身的效果。

参考资料

高解春，何萍，于广军，等. 中国云计算应用丛书——健康医疗云[M]. 北京：化学工业出版社，2014.

第六讲

庄松林　光的神奇世界

专家简介

庄松林：中国工程院院士。1962年毕业于复旦大学物理系，进入上海光学仪器研究所，1979年赴美深造，1982年获美国宾州大学博士学位。1982年回国，主持了多项国家“973”重点基础研究项目、国家自然科学基金、国家科技部支撑计划、上海市自然科学基金、机械电子工业部及上海市科委资助项目，多次获部级科技进步奖及多项荣誉奖。在国内外著名杂志上发表了近200篇学术论文，并著有《光学传递函数》一书。



演讲关键词 | 光　望远镜　显微镜　投影仪　显示　存储　光通信技术　光纤传感技术　半导体照明技术

导读

让我们跟着庄院士从三个方面来了解光的世界。第一，从中学生的角度看看自然界中光的现象以及产生的原理；第二，从普通人的角度看看生活中的光，以及光在普通生活中起到的作用；第三，从科学家的角度看看科学中的光，现在科学家在做的与光有关的事以及未来的研究方法。

学习目标

1.认知领域

了解光的一些基础知识。了解自然界中的光学现象，对生活中运用到的光学技术有所涉猎，关注科学家们现今的研究方向。

2.情感领域

提升对光学的兴趣，明白科学的重要性。

光的神奇世界

光学是物理学中古老而又基础的科学。物理学是自然科学中一个非常重要的学科，而光学是物理学中一个重要的分支。光学发展到现在已经有一部分从物理学中独立出来，成为一门非常重要的学科，如光学工程现在已经是国家的一级学科，与物理学并列。由于光学与人们的生活、科学研究、工业、农业等有非常密切的联系，因此它是一门基础学科，同时也是一门拥有强烈应用背景的学科，它一方面从事基础研究，另一方面从事应用研究。中国古代人民在几千年前对光已经有很多研究，如圭表（用光来测量长度）、日晷（运用光和地球的相对运动来测量一天时间的变化）、月晷（用光来测量一个月有几天，今天是哪一天）、星晷（用光来测量季节的变化）。古代在用光做时间长度的计量方面做了好多工作。

一、中学生眼中光的世界

1. 自然界中的一些光学现象

为什么天空是蓝色的？为什么太阳落山的时候余晖是红色的？为什么太阳升起的时候有朝霞？这和光是密不可分的。红、橙、黄、绿、青、蓝、紫七种颜色，短波是蓝色的，长波是红色的。当光通过大气时，长波散射了，通过的是短波，短波是蓝色的，所以晴空、大海是蔚蓝色的。当

太阳落山的时候，散射了短波，通过的是长波，长波是红色的，所以进入我们眼帘的是红色，因此落日的余晖是红色的，这是由于光和大气的相互作用产生的结果。为什么云是白色的？由于云是由很多水汽组成的，云层对所有波长都能产生散射，散射的波进入我们的眼帘，七种颜色都进入我们的眼睛，所以云就是白色的。自然中的很多现象都可以用光学来解释。下雨打雷以后，为什么天空中有彩虹出现呢？那是因为下雨后空气中有很多水珠，水珠产生**分光作用**（就像棱镜），白光进去以后会分成七种颜色，然后进入我们的眼帘，这就是彩虹产生的原因。在夏天经过一场雷雨后，同学们就能看到彩虹的出现。除此之外，太阳经常会发射带电粒子进入地球磁场，与地球磁场发生作用后会产生光，这便是极光。

同学们在小说中经常看到**海市蜃楼**（见下图），那么海市蜃楼是怎么形成的呢？海市蜃楼是一种因光在空气中折射和全反射而形成的自然现象。远处的景象通过反射、折射在空气中成像，使我们能够看到远处的景象，事实上这个景象是存在于其他地方的。这就是海市蜃楼。大家都说它是虚无缥缈而又美丽的景象。



海市蜃楼

以上是在自然界中能用肉眼看到的一些光学现象，都是能用光的折射、

反射、分光来解释的。光是人类了解世界的一种重要工具。人类通过视觉、嗅觉、听觉、触觉等来了解客观世界的信息，其中大约80%的信息是通过视觉来了解到的，其他味觉、嗅觉、听觉、触觉了解到的信息加起来也才百分之十几。大家知道盲人所得到的信息比聋人得到的少，聋人虽然听不见，但是他能看到很多。所以视觉是我们了解客观世界的主要传感器具。

2. 光学仪器

那怎么样才能使我们看得更远、看得更小呢？这就要通过光学的方法了。通过一系列光学的仪器设备，我们看到的东西能大到宇宙空间，小到微观世界。如果不借助任何仪器，我们肉眼能看到的最小的尺寸是0.07毫米，近似于一根头发丝的直径。如果把它放在人看得最清楚的地方，大概是距离眼睛250毫米处，我们把它叫做**明视距离**。一根头发丝放在距离眼睛250毫米处我们看得见，如果放得再远些，我们就看不见了，因为我们肉眼能够分辨的角度变小了。而即使在距离眼睛250毫米的位置，比0.07毫米更小的东西我们也看不见。那我们要靠什么看见它们呢？我们要靠放大镜、显微镜才能看得到。我们能够看到星空，我们能够看到月亮，但是我们不能看到月亮表面是什么样的，我们只能看到月亮表面模模糊糊的一些影子，星星就更不用说了，我们只能看到一颗一颗的发亮点，到底星星上面有什么东西，我们要凭借天文望远镜才能看得见。我们现在可以看到130亿光年远的星球（光年是距离单位，代表光走一年的距离），这极大地扩展了我们对宏观世界的理解。我们通过望远镜了解宏观世界，通过显微镜了解微观世界。

（1）望远镜

望远镜大家在课本中或者家里应该看到过。四百多年前，伽利略发明了折射望远镜，它由物镜和目镜两个透射的镜头组成。望远镜的物镜是一个凸的镜头，目镜是一个凹的镜头。而反射式望远镜是由一个主镜和一个辅镜通过反射组成的，它可以做得很大。现在很多天文望远镜就是从这种形式的望远镜发展起来的。还有折反射式望远镜和大型的天文望远镜。地

面上，最大的光学望远镜已经有直径为8米的镜片了。最近大家可能看到报道，500米口径球面射电望远镜（FAST）项目，目前已经在贵州省开始基建。望远镜的直径越大，通过它所能看到的距离就越远。

我们在地面上用望远镜看，有一个很大的问题——**大气抖动**。大气抖动会导致大气的疏密程度发生变化，从而使它的折射率发生变化，成的像就会模糊。因此，我们在设计望远镜的时候，如果没有把大气折射率的变化考虑进去，那么在地面上的观察就会有问题。这也是为什么我们把大部分望远镜建在高山上或者空气好的地方，即大气抖动小的地方，比如美国的夏威夷、中国的丽江。北京天文台建在兴隆山上，南京天文台建在紫金山上，上海天文台建在佘山上。但无论如何，大气还是会对成像造成很大的影响。

美国人发明了**哈勃望远镜**，把它发射到外太空去，使它围绕地球旋转。由于外太空不存在空气，所以也就没有了大气抖动，我们可以看得更清楚、更远，成像更好。哈勃望远镜于1990年被发射到外太空，计划于2018年退役。等哈勃望远镜退役后，接替它的叫韦伯望远镜，它比哈勃望远镜更大。哈勃望远镜到底起到什么作用呢？它在外太空观察宇宙。宇宙有边界，不过边界外面是什么我们不知道。我们知道宇宙的半径大约为150亿光年，哈勃望远镜能看到129亿光年，只要再多21亿光年的距离我们就可以看到宇宙的边界了，这是多么重要的事情。所以，哈勃望远镜上了外太空，我们就得到了很多关于宇宙的新认识，得到了很多有科学价值的照片。霍金是一位著名的理论天体物理学家，他有一个**“黑洞理论”**。什么





哈勃望远镜拍摄的照片

是黑洞？黑洞是一个天体，所有的物质在它附近都会被它吸进去，它的质量非常大。黑洞是霍金根据理论计算预言的，而哈勃望远镜证实了宇宙中存在黑洞。

最近大家经常讲宇宙大爆炸——在非常短的时间里产生爆炸，产生了我们的宇宙。怎么证明这个理论？就要用实验证明在爆炸的过程中有一个多普勒效应。同时还有一个理论，在大爆炸后，宇宙在不断膨胀，在变大。怎么知道它在膨胀呢？通过光谱，即多普勒效应。在观察点和发光点远离时，光的颜色会发生变化，如果慢慢向长波方向走，我们叫红移，说明物体是在远离的；如果慢慢向短波方向走，我们叫蓝移，说明物体是在靠近的。现在我们观察到的是在向长波方向走，说明宇宙是在膨胀的。这是一个非常重要的用光来证明宇宙在膨胀的一个证明。

（2）显微镜

微观世界有细胞、分子、原子，怎么观察呢？我们通过显微镜来观察。最早的显微镜只有目镜和物镜，慢慢放大就可以观察到细胞。随着光学技术的发展，显微镜越做越复杂，分辨率越来越高，倍数也越来越高。光学显微镜的最高倍数是1500倍。其实倍数可以做得更高，但是显微镜有一个分辨极限，当倍数增加时如果超出了分辨极限还是看不见，只是把它们模糊地放大了而已，所以光学显微镜的最高倍数是1500倍。通过光学显微镜看到的是细胞，如果要看到分子、原子，我们要用电子显微镜。

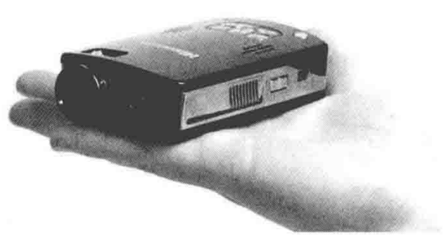
电子显微镜的波长更短，分辨本领更高。所以用电子显微镜我们可以看到分子，用高压的电子显微镜还可以看到原子。原子力显微镜是用另外一种原理做的显微镜。另外还有扫描隧道显微镜，通过它也能看到原子，提出扫描隧道电子显微镜的人获得了诺贝尔奖。但是扫描电子显微镜、扫描隧道显微镜，通过它们只能看到一个很小的范围，如果既想看到很大的范围，又想看到很高的分辨率，那么就要用激光共聚焦显微镜。这些都是现在比较先进的显微镜。

二、普通人眼中光的世界

1. 光显示技术

同学们可能已经看不见有显像管的**电视机**了，现在大家看的电视机都是平板的。但在很长一段时期里，我们看的都是显像管的电视机。这种电视机很大、很笨重。它的屏上渡了荧光粉，根据图像的要求，电子束会产生偏转，打在荧光粉上，荧光粉可以呈现红、绿、蓝三种颜色，这就组成了彩色图案。这是十几年以前的电视机。现在大家看的电视机基本都是LCD液晶电视机，它有一个液晶屏，后面有照明，现在是用LED来照明，以前是用灯管来照明的。根据图案的不同，液晶分子会发生旋转，旋转之后透光就会发生变化，图案就显示在上面了，光一照，颜色就出来了。在不远的将来，我们可以看到OLED电视机，它的屏幕是由一种有机发光二极管做的，它的屏幕是柔软的，可以卷起来，到一个地方把它放开来就可以看电视了。现在像三星，一些小屏的手机已经用上OLED屏幕了，像3英寸、5英寸的屏可以用，更大的、几十英寸的还在研究，由于材料的一些问题，现在成本比较高，但是在不远的将来一定可以走进千家万户，而且这种屏幕可以做得非常薄。

投影仪现在可以做得很小，像手机一样大。手机可以接收视频信号，用来看电视，通过投影仪把视频投到墙上，就可以很多人一起看电视。将来我们上课用投影仪，就不必把它吊那么高，只需放在屏幕前或吊在屏幕上方就可以了，人走来走去也不会影响投影的效果。



便携式投影仪

怎样才能看到真实的**三维图像**？可以用一个投影仪通过旋转的棱镜得到三维的图像，也可以用反射全息的方法，通过激光做成全息图，当光打在全息图上反射出来就成为了三维图像。三维显示在显示领域里是一个重

要的发展方向。像电影，现在看3D电影大家要戴副眼镜，它用的是偏正片，放映机放的时候是两幅图像叠加在一起的，一幅图像到右眼，一幅图像到左眼，形成三维的感觉。现在新的三维电影还在研究，能否不戴眼镜，裸眼就能看到真实的三维电视、三维电影。还有多投影仪，好多台投影仪一起投影。大家可能都看到过，在上海外滩，节日的时候就放这个。投影在大楼上得到一个动态的三维图像，这是多投影仪组合得到的一种效果。

2. 存储

一开始，我们把需要的信息写在书上、纸上，把信息存储起来，一张纸可以存1000个汉字左右。后来，我们用磁带存储声音信息，再后来把信息存储在胶片上，然后用阅读器去看，胶片的存储密度是纸张的8倍。之后，又有了磁盘，一张磁盘可以存1.44MB数据，比纸张的存储量高很多。到1978年，飞利浦公司发明了光盘。光盘可以存储音乐、电影、书籍等。大概20年前，我们为《文汇报》做了一个存储系统。我们可以把两年的《文汇报》内容存在一张光盘上。后来发展成DVD、蓝光光碟，存储的密度越来越高。现在一张蓝光光碟的平均存储量可以达到25GB，是一张纸的存储量的2500万倍。现在除了光存储外，磁存储密度也非常高。磁存储也可以和光存储做得一样好。磁存储和光存储各有各的优点。

3. 通信技术

现在大家打电话、看电视，包括上网都是使用**光通信技术**。通信技术从来都是跟光有关系的。古时候，大家通信靠什么？在烽火台上烧火。有敌人来了，把火烧起来，下面有人看到火光就知道有敌人入侵了。大家知道，有个周幽王，为了让妃子高兴，就去烽火台烧火，妃子高兴了，但是国家亡了。古代用狼烟作为通信的手段，后来就有人发明了望远镜。大家通过望远镜来看，看到后相互之间打旗语来通信，打旗语其实也是以光为媒介用眼睛来看的。贝尔发明了电话，它是用音频来通信的。20世纪70年代，华裔科学家高琨提出用光纤来进行通信，因此获得了诺贝尔奖。现在

我们的通信全都是通过光纤。随着光纤技术的发展，我们的通信密度越来越高，一开始只能传输音频，现在能传输非常大数据量的视频。光通信的优点有很多，如抗电磁干扰、安全性高、密度高等。光通信技术除了光纤外，还有一些配套的设配，如光放大器、光交换器、光分路器等。由于光在通信过程中信号会衰减，因此要通过光放大器将中期信号放大。

4. 光学传感

我们可以通过手碰一碰，鼻子闻一闻，耳朵听一听，眼睛看一看对客观世界进行了解，这些都是**传感**。我们通过光学传感技术，可以使感觉越来越精密，感知到的距离越来越远。如使用光学生物传感器，我们可以知道生物有什么细菌、病毒，我们可以通过光学传感技术来识别。通过光学传感器还可以测量运动物体的输入。还有指纹识别技术，紫外光照了之后会有荧光出来，我们用紫外光拍摄之后就能发现指纹。

传感器当中最重要的一种就是光纤传感器。物理量、化学量都可以用光纤来进行传感，而且光纤传感器可以不受电磁干扰，不受工作环境影响，所以这种传感器又称为万能传感器。这种传感器的发展也成为我们光学研究中一个非常重要的分支。光纤传感器可以用来看液位的高低，监测桥梁和建筑物的健康状况，桥梁断裂的时候我们可以用光纤传感器及时发现，及时修理。造桥、造楼的时候就把光纤传感器埋在里面，当它们发生变形的时候会有信号发出，那我们就可以知道桥或楼房需要维修了，现在我国大部分的桥梁都已经使用了这个技术。光纤还可以用来测温度，甚至可以传播声音。比如我们在这个房间讲话，如果拉一根光纤到很远的地方，就可以听到我们这个房间讲话的声音。北京奥运会的时候，水下的声音怎么传出来的？像花样游泳，运动员在水里听不见音乐怎么办？水下要有声音，声音的传感就用光纤，这样运动员在水下也能听到声音。因为水对它没影响，光纤不怕水。电流多强、压力多大，也可以用光纤来测量。除了物理量、化学量，光纤还可以传感信息。比如说在登月技术中，光学传感器可以用来测量地球与月球之间的距离，还有在海洋里的信息传递

等。根据客观世界的颜色，光学传感器可以变化颜色，产生保护色，甚至还可以做“隐身衣”。

5.发电能源

我们现在用石油、煤炭发电，这些都是**化学发电**。但地球上的煤炭、石油会越用越少，而且这种发电方式会对环境产生很大污染。大家知道，太阳能是取之不尽，用之不竭的，所以现在太阳能的利用成为光学中重要的研究对象。**太阳能发电**有两种：一种是太阳能照在材料上，材料产生电压，电压之间就会产生电流，这叫**光伏发电**。另一种就是聚焦太阳能加热工质，产生蒸汽，蒸汽驱动涡轮发电，这叫**光热发电**。光伏发电除了一般用硅的太阳能电池，还有用半导体的太阳能电池，像砷化镓电池。先用光学的聚光镜把太阳能聚焦到一个半导体器件上，器件再进行发电，这种发电方式比用硅电池发电效率要高得多，但是会产生一些污染。光热发电就是用光加热水，产生蒸汽进行发电。光热发电有很多反光镜，阳光照在上面，把光反射到容器上，容器里的液体蒸发后驱动涡轮发电机来发电。美国在光热发电方面做得相对比较多。

6.半导体照明技术

用电照明一开始是白炽灯，后来有了日光灯、节能灯，现在是半导体LED照明。照明技术非常重要。全世界发电的12%是给照明用的，那是非常可观的。看一个国家的照明程度，晚上去拍张照片，最亮的地方也就是全世界最发达的地方。美国东西部、加州晚上都非常亮，这些都是美国最发达的地方，在欧洲，法国、英国、西班牙、意大利都非常亮，日本、我国华北、华东沿海都非常亮。大家也不要小看印度，印度也不错。照明是一个国家发达程度的标志。

半导体照明是照明的第三次革命，它的好处是寿命长、能耗低、非常灵活。当然，人类照明最早是烧火，后来是用蜡烛、煤油灯，再到白炽灯、日光灯、节能灯，现在是半导体照明。奥运会鸟巢的照明全部是

LED灯，世博会的中国馆用了几万颗LED灯来照明，城隍庙使用了LED灯来照明后就变得非常漂亮。LED灯的表现力比较丰富。LED灯进入家庭后，对家里的照明产生了一次革命，光的颜色可以不断地发生变化，可以根据你的要求变换家里照明的颜色。在汽车里也逐步使用LED灯了，像车内的照明灯、刹车灯。前大灯还没完全用LED，还有一些技术问题有待解决。

三、科学家眼中光的世界

无论是照明、能源，还是传感，都是与我们生活密切相关的。那从事光学研究的科学家在做什么事情呢?

1. 负折射率材料

有一种新的材料叫做负折射率材料，这材料有什么好处呢？光经过这种材料，会像水一样流过去，这种材料对光没有遮挡作用。这种材料背后发出的光会绕过材料进入我们的眼睛，即使这种材料放在前面，我们还是能够看到它背后的东西，这就是负折射率材料。如果把这种材料镀在一件斗篷上，就像哈利·波特的隐身斗篷，穿了这件斗篷以后，人后面的东西还能看到，那就意味着人隐身了。这种材料对光有一种非常特殊的性质。

超短距LED投影引擎是光学系统中一个重要的革命，也是科学家们现在努力把它变成产品的方向。再比如显微镜，现在显微镜已经能看到原子了，但科学家们想要把显微镜分辨率提高，甚至超过分辨物理极限。

2. 用于医学的光学技术

将光学技术用于医学也是现在光学工作者重要的努力方向，比如做手术使用的显微镜，看人体内部用的内窥镜，看眼睛用的仪器等。报纸上也登了，我们实验室正在研发的胶囊内窥镜。一颗2厘米长、1厘米厚的

胶囊，把它吞下去，从食道到直肠、胃、小肠、大肠，里面的病变都可以看到，还可以把图像传出来。胶囊内窥镜在人体内部的运动可以在体外控制，可以控制它的移动、旋转、俯仰，这种技术叫胶囊机器人。现在我们用光学相干层析成像技术（OCT）可以看到肌肉的深处，它已经十分成功地应用于眼底疾病的治疗。现在CT是用X射线做的，但是用光学方法也可以成像，看到人体内部的一些病变。还有3D成像技术。医生可以在做手术时把一个3D的东西放进去，医生可以在外面看，用一个机械手就可以动手术，不需要动刀子。美国有最先进的达·芬奇手术机器人。上海也有这个设备，很贵，2000万元一台。

3. 光纤传感

科学家们也关心刚才讲的桥梁的检测等。电流的检测是非常重要的，我国还没解决怎样用光学方法检测大电流——5000~10000安培强度的电流。还有周界安全的检测，比如说中国与哈萨克斯坦的边界，以前巡逻边界就靠哨兵，现在用光纤把它围起来后，一旦有人经过就可以知道有人入侵了，在中哈边境几千千米都用了光纤传感技术。还有世博会的一些周界安全、水下舰艇震动的检测，由于水下舰艇的震动一大就容易出事故，因此震动一大就要对它进行诊断；石油管道的监控，现在有很多人去偷油，用了光纤技术，什么地方有人在搞破坏都能知道；光谱测量，可以知道物质的结构、性质、成分，因为每一种物质都有它特定发射的光谱，通过光谱我们可以反推导这是一种什么物质。火星、森林火灾、农药的残留都可以用光谱的方法来测量。还有一些新原理的光谱仪，如表面等离子体共振仪，它能够得到更高的精度和速度；又如现在很重要的THz光谱，它的电磁波比红外线还长，这个波段我们可用来做无声检测、人体的安全监测，现在美国飞机场已经全部使用THz检查仪了，进去扫描一下，身上带的什么东西都能知道；拉曼光谱仪，通过它我们可以知道食品是不是安全，里面农药残留量有多少。

与大师对话

学生1： **哈勃望远镜是如何看到129亿光年的东西的？它的原理是什么？**

庄松林： 望远镜有一个分辨本领，分辨本领越大，看得越远。分辨本领取决于两个因素：一个是望远镜本身的结构，专业术语就是相对孔径，相对孔径越大就看得越远，它接收到的光就越多，分辨本领就越大。另一个是哈勃望远镜的设计有非常大的孔径，更重要的是，哈勃望远镜是发射到外太空的，那就没有地面上大气的抖动。在地面上，大气抖动是难以克服的，是成像质量变坏的一个因素。外太空没有大气抖动，那么它就能看得更远。所以现在可以看到129亿光年。

学生2： **我在一本书上看到过激光致盲器一类的武器，是装载在飞机上的，您能解释一下激光致盲器的原理吗？**

庄松林： 激光致盲器现在已经投入使用了。一个卫星上有很多传感器，如果用激光把它的传感器打坏，外界的信息卫星就收不到了，它就失去了作用。这叫激光致盲器。但如果要用激光把一个东西打掉，打到烧起来，现在还不太可能，因为没有那么大的能量，现在只能把关键的控制部件、传感的部件打坏。

拓展延伸

1. 切连科夫辐射

高速带电粒子在介质中穿行时，如果粒子速度大于介质中的光速，就会产生一种特殊辐射，它具有明显的方向性和强偏振等特点。1934年，苏联

物理学家切连科夫首先在液体介质中发现了这种辐射，因而得名。这是一种电磁辐射。

2. 牛顿环

又称“牛顿圈”。在光学上，牛顿环是一个薄膜干涉现象，光的一种干涉图样，是一些明暗相间的同心圆环。例如，用一个曲率半径很大的凸透镜的凸面和一平面玻璃接触，在日光下或用白光照射时，可以看到接触点为一暗点，其周围为一些明暗相间的彩色圆环；而用单色光照射时，则表现为一些明暗相间的单色圆环。这些圆环的距离不等，随离中心点距离的增加而逐渐变窄。它们是由球面上和平面上反射的光线相互干涉而形成的干涉条纹。

参考资料

[1]庄松林，王琦，张大伟，等. 隐身技术的研究进展[J].激光与光电子学进展，2009（8）：55-60.

[2]庄松林，陆绮荣.光纤传送网生存性问题的解决方案研究[J].光通信技术，2007（9）：29-31.

[3]庄松林，王燕，陈家璧.激光多普勒效应的实验验证[J].激光技术，2010，34（2）:170-172.

[4]庄松林，马军山，马宏，等. 人眼像差测量技术研究进展[J].光学仪器，2004，26（12）:64-71.

[5]庄松林，胡佳惠，张大伟，等. 布里渊散射的分布式光纤温度传感器的研究进展[J].激光杂志，2011，32（6）：1-3.

[6]庄松林，刘红林，张在宣，等. 30km分布光纤温度传感器的空间分辨率研究[J].仪器仪表学报，2005，26（11）：1195-1210.

第七讲

辐射是把双刃剑

柴之芳

专家简介



柴之芳：放射化学家，原籍浙江宁波，1942年生于上海。1964年毕业于复旦大学物理二系放射化学专业。2007年当选中国科学院院士，主要从事放射医学、核能化学和纳米生物效应研究，负责和组织了多项基金委重大研究计划、重大项目和重点项目。现任中国科学院高能物理研究所研究员、苏州大学放射医学与交叉学科研究院院长。曾任或现任国际纯粹与应用化学联合会（IUPAC）的领衔委员（Titular Member）、英国皇家化学会会士（Fellow）及其他5个国际学术组织的委员或顾问、4本国际刊物及10本国内刊物的编委。共发表论文500余篇，包括*Nature*及其子刊*Chem Soc Rev*，*PNAS*，*JACS*，*Nano Letters*等，中文著作8本，英文著作5本，在国际重要会议做大会或基调报告近百次。曾获全国科学大会奖、国家自然科学二等奖、国家科技进步二等奖、中科院自然科学一等奖等国家级和部委级奖8项。2005年获国际放射分析化学和核化学领域的最高奖——George von Hevesy奖，是迄今发展中国家唯一获奖人。

演讲关键词 | 辐射　原子核　科学　人类健康

导读

什么是辐射？很多同学马上会联想到原子弹、核电站或是氢弹的爆炸……其实辐射普遍存在于我们的生活之中，贯穿着人的衣食住行、生老病死。由此可见，辐射一直都在我们的身边，那我们是不是应该谈“辐”色变，或者是对其毫不关心呢？其实这其中任一种说法都是大错特错的。如何正确地看待辐射对人类的影响？相信柴之芳院士的这个讲座将会给你带来不一样的收获。柴之芳院士将以他幽默诙谐的语言，带我们深入探究辐射的奥秘以及辐射背后那些可爱的科学家们，相信同学们一定会被这些有趣动听的故事所吸引。

学习目标

1.认知领域

认识辐射的双面性。

2.情感领域

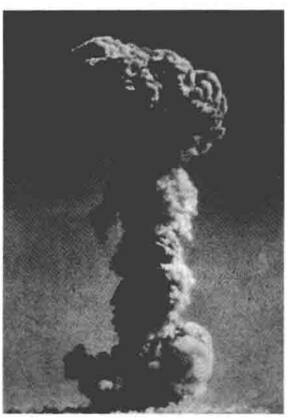
树立科学的研究精神。

辐射是把双刃剑

在50年的人生道路上，我一直在和辐射打交道，今天我将结合自己的一些体会来跟大家谈谈辐射到底是怎么一回事。

一、核能

说到核能，这里有两张照片。第一张是我国第一颗原子弹爆炸的照片，它是典型的蘑菇云。第二张是氢弹的爆炸，也是一朵蘑菇云，但是威力要大得多。氢弹刚形成时的火球，它的威力极大。我们站在街上看到太阳像个火球，其实太阳是核聚变（关于聚变我在接下来的内容中会讲解）。这样的一个核中蕴藏着巨大的能量，我们习惯称之为原子能。现在



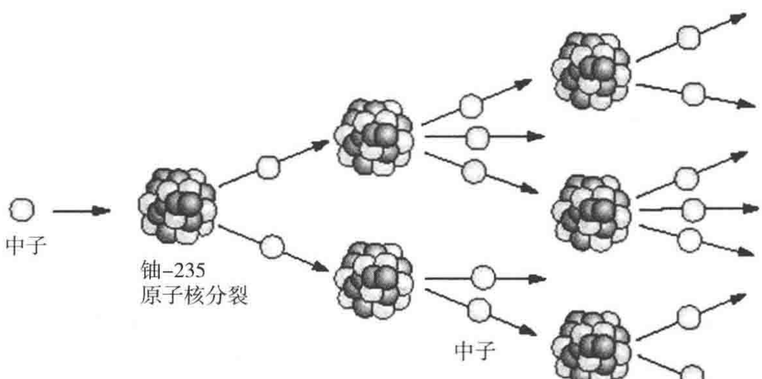
原子弹爆炸



氢弹爆炸

从更严格的意义上讲，不应该叫原子能，因为原子没有如此大的能量。能量基础公式$E=mc^2$是一个非常著名的公式，其中E是能量，m是质量，c是光速。这个公式是爱因斯坦提出的。

核能分为三类。第一类是**裂变能**，即重元素的原子核发生分裂时释放出来的能量；第二类是**聚变能**，是由轻元素原子核发生聚合反应时释放出来的能量；第三类是**衰变能**，是原子核衰变时发出的放射能，比如我们的手机需要充电，有些人提议在手机里放入放射源，这样就不需要再充电。这在原理上没问题，但是会涉及放射防护的问题。下面这张图告诉大家铀-235裂变的动态过程。大家可以看到铀-235进去一个中子，它变成两个以后又会产生新的、更多的中子。也就是说，铀-235的核俘获了一个中子，之后产生2个、4个、8个、16个……在很短的时间内，发生了裂变反应，因此产生了巨大的能量。一个铀-235核裂变释放的能量约是化学能的5000万倍。其中，铀大家相对熟悉，原子弹、核电站都是以铀-235作为核燃料的；化学能可能抽象一些，日常生活中的煤球炉、天然气的氧化反应产生的能量都是化学能。



铀-235裂变过程

讲到核科学，包括核能的发展史，我们要介绍几位著名的科学家。**居里夫人**是大家耳熟能详的，另一位是她的先生——**皮埃尔·居里**先生。居里夫人不仅是诺贝尔奖获得者，到现在为止，世界上共有四名科学家获得过两次诺贝尔奖，而居里夫人是唯一获得不同学科奖的诺贝尔奖获得者，

一个是物理学奖，一个是化学奖。还有两位大家可能不大熟悉，一位是**哈恩**，是个德国人；另一位是**迈特纳**，她是有犹太血统的科学家。他们二人的贡献是发现了铀核裂变的现象。在这里我要说一句，有时候伟大的科学家也会犯伟大的错误。比如居里夫人，她发现了镭和钋，后者是以她国家的名字命名的。这是她的重大贡献，但是她也有重大的疏忽：裂变的过程在她手里滑过去了。实际上她完全可以作为最早发现裂变过程的人，但是她的实验室污染很严重，明明发现了裂变的存在，她却以为是污染。而后面三位科学家将实验室管理得井井有条，所以我想说工作秩序对你们将来的工作生涯是很有帮助的。实验室分为清洁区、低污染区、高污染区，他们做实验发现中子到了铀核以后，不是变成了更重的一个核，而是变成了两个相对质量较小的核。确定无疑之后，再开始讨论这种现象。一开始，谁都不知道这是什么现象，后来迈特纳和她的表弟将这一分为二的过程命名为裂变，从此掀开了核裂变的时代。



居里夫人



皮埃尔·居里



哈恩



迈特纳

在讲到核科学发展史时，**卢瑟福**是必须要介绍的。他推翻了他的导师汤姆森的理论，提出原子是有核的模型，这是他非常重要的贡献。除此之外，他在为人方面也是我们的表率。有人说：“如果世界上设培养人才的诺贝尔奖的话，卢瑟福将是第一位获奖者，他的学生中有11位诺贝尔奖得主。”他为人非常好，从来没有树立过一个敌人，也从来没有失去过一个朋友。所以，伟大的科学家在做人方面也是我们的表率和榜样。



卢瑟福

还要提及一位与我们现在辐射利用密切相关的科学家**艾维斯**，他是匈牙利人。艾维斯获得诺贝尔奖的过程很有趣。当时英国是研究中心，他也到了英国，来到卢瑟福的实验室做博士论文。卢瑟福在这个时候呈现出了笨拙的一面，他让艾维斯去把镭D和铅-210分开，导师的这个题目就出错了，因为这两个是一个东西，就像我这个人可以有一个名字叫柴之芳，家里还有个小名，这是一回事，怎么能分得开呢？结果，艾维斯搞了几个月都做不出来，他情绪很低落。他当时住在一个诗人家里，房主是个老太太，他总觉得老太太给他吃的东西不新鲜。那怎么办呢？他用手头的同位素铅-210去验证一下房东老太太给他吃的是隔夜的还是新鲜的。那天晚上，他留了一点饭，加入铅-210，老太太之后把剩饭端走了。第二天老太太把饭端过来，他用一个放射性的探测物测一测，结果证实了他的想法，老太太确实给他吃的是隔夜饭。于是他想，这可以应用在环境的迁移、生命过程中。现在我们做的单光子扫描的基本原理就是如此。这则故事告诉我们科学有其必然性，也有其偶然性。



西博格

这一位科学家同样很了不起，他是**西博格**。化学周期表中的一个元素正是以他的名字命名的——106号Sg。元素周期表的一部分是早就命名的——比如氧、氮、氢等，而后面一部分都是以人名来命

名的。国际上有个规定，只有等这位科学家去世了才能用他的名字来命名元素。而西博格是目前为止第一个也是唯一一个在世的时候，自己的名字被命名为元素的科学家。

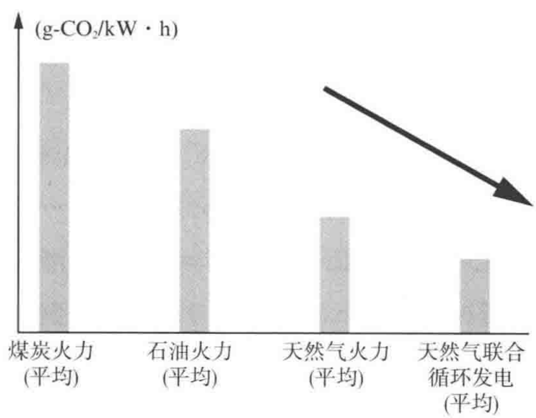
接下来我讲一讲跟辐射有关的核能。目前，我国是最大的能源消费国，能源年消耗量约占全球的20%。但是我们人均的能源消费量并不高，只能达到2.59吨标准煤，年增长率为8.4%，达到世界平均水平。日本的人均能源消费量为6吨标准煤，美国是11.3吨标准煤。我国原煤产量多年来位居世界第一位，煤炭消费量相当于世界其他国家的总和。最新的数据表明我国原煤产量达到41亿吨，再增加煤的利用会加重空气的污染。我国使用原油消费量一半以上靠进口。10年来，我国原油产量稳中趋升，基本稳定在2亿吨左右，位居世界第五。我国原油总消费量达到世界第五，进口量是世界的第一位。另外一个是天然气。目前，我国天然气产量快速增长，居世界第六，但消费量也逐年增长，增长得非常之快。

我国目前煤炭、石油、天然气的人均占有量低，分别为世界平均水平的67%、5.4%和7.5%。我国石油的对外依存度超过了一半，为56%，天然气超过了20%，煤炭由净出口转为净进口1.5亿吨以上。我国石油进口量的37%要经过霍尔木兹海峡，80%要经过马六甲海峡。另外，我们的雾霾很严重，二氧化硫、氮氧化物、烟尘、有害重金属排放量均为世界第一，二氧化碳排放量超过80亿吨，占全球四分之一。到2020年，我国单位国内生产总值二氧化碳排放将比2005年下降4.0%~4.5%。我国目前已成为世界温室气体排放大国，应对国际气候变化谈判的任务越来越艰巨。“十二五”末，化石能源占一次能源比重要达到11.4%的目标，到2020年我国化石能源占一次能源消费的比重要达到15%左右，任重道远！

核能是人类进步的标志。大家上互联网，可以看到地球上哪个地方最亮，当然是发达国家，比如美国、日本、欧洲各国等。我国的北京、上海、广州等城市也比较亮，但其他地方在谷歌照片上都是一片漆黑。核电也是这样。美国最多，有一百余座核电机组。日本在核泄漏事故以前有56座核电机组在运行。我国相对滞后，即便到2020年也只有58座，现在只有

10座左右。我国核电发展的战略思考认为，不应该受到日本核事故的影响（当然，我们必须确保核电安全，这是核电可持续发展的关键）。原因有二：一是能源的需求，二是环境的污染。在这样的双重压力下，我们必须把核能放在重要的位置上。

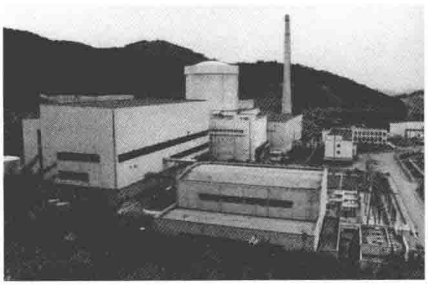
我国的二氧化碳排放量居世界第一，酸雨区覆盖30%以上国土面积，个别城市上空被烟雾笼罩，已经成为“卫星上看不见的城市”。下面这张图是各种能源发电二氧化碳的排放量水平比较。大家知道温室效应、海平面上升都与二氧化碳相关。从矽肺病、意外死亡率、辐射剂量等方面考虑，与煤电相比，核电更为安全。煤电中含有的铀都是释放到环境里的；而核电里的铀都是在反应物堆中的。所以福岛核事故后，核能前景仍然一片光明。我国也经历了一段思考期。福岛核事故之后，国务院下达了一项命令：暂停、冻结，不批准核电站的建立。但经过一段时间以后，现在陆续都解禁了。沿海的核电站建设都已经开放，内陆的湖南、江西、湖北，甚至甘肃都想建立核电站，我相信迟早会启动的。



各种能源发电的二氧化碳排放量

离上海最近的是秦山核电站，学校可以组织去参观。进去之后它就像是个大花园，极其干净，不会像到煤电厂一样，堆积着大量的煤。秦山一期核电站是纯国产的，也是我们标志性的成果，就在杭州湾的边上。大亚湾和岭澳核电站，都是从法国进口的。浙江三门核电站是与美国GE公司和日本东芝公司合作的，是世界上第一座第三代核电站AP1000。还有广东阳

江核电站。现在整个核电站发展趋势从第一代到第二代，再到第三代，国际上和我国常用的是第二代核电站，又叫压水堆。现在，我国第四代核电站已经走在了全世界的前面。比如上海嘉定就有一个，还有高温气冷堆，还有原子能院在搞钠冷块堆，合肥在搞铅冷块堆。第四代一共有六种堆型，我们已经有五种都在做了。我希望我国能从核能相对滞后的位置进入到引领阶段。



秦山一期核电站



大亚湾核电站

二、电离辐射与人类健康

辐射主要就是能量，能量和波长有关系，也称为“电磁辐射”。波长较长的电磁辐射比如我们听的广播、收音机等，医院里做的X射线、γ射线，还有紫外线、红外线、微波等。辐射分为两类，一类叫**电离辐射**，一类叫**非电离辐射**，区别在于能量的高低。能量低的不能解离。电离辐射能量比较高，可以进行拆分。那我们就要思考人体内的蛋白质、细胞等会不会被拆分了，这就产生危害了。非电离辐射主要的能量传递机制是“热效应”，比如微波炉。电离辐射的测量比较复杂，它是通过激发或电离过程将能量传递给物质的，有α、β、γ、n放射性。

电离辐射是从哪里来的呢？电离辐射的来源主要是天然辐射和人工辐射。**天然辐射**有宇宙辐射、陆地辐射、矿物开采与应用产生的辐射；**人工辐射**有核试验、核能产业、放射性同位素应用和核事故产生的辐射。

天然辐射中最主要的来源就是宇宙大爆炸。地球的年龄是46亿年，太

阳系也是。太阳系是银河的一部分，而银河是宇宙的一部分。宇宙最早只是一个能量极高的奇点，在137亿年前经过爆炸形成太阳等星球，这个理论获得过诺贝尔奖。宇宙微波背景辐射分布是最新的成果，不知道将来会不会获得诺贝尔奖。另外还有很多，土壤里、地板里、屋顶、我们的周围或我们人体自身中都有天然辐射，大家尤其无法回避的是氡^{222}Rn，现在大理石中它的含量虽低，但其危害性还是个问号。

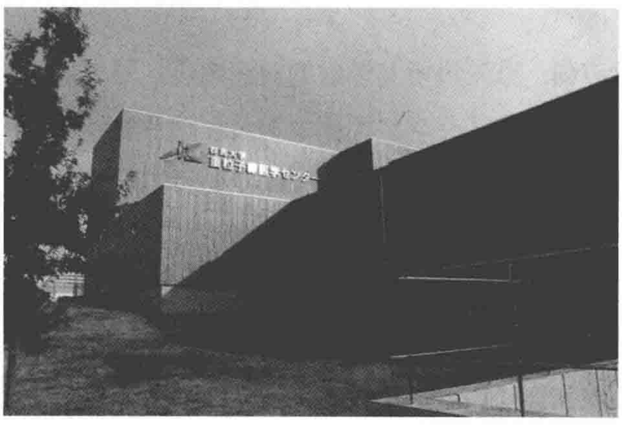
人工辐射比如反应堆，我国1957年在苏联的帮助下建立的第一座核反应堆，使用了将近50年，现在已经“退休”了。上海光源[①]在张江高科技园区。北京2020年要在怀柔建立世界上最亮的光源。我国还将在广东东莞建立散裂中子装置，预计2016年建成。将来如果你们搞科研，都会跟这些大装置打交道，因为这是多用途的科学平台。铀矿石是提炼铀的，作为一个反应堆的核燃料使用。另外，除了有钍系、铀系还有钾-40等，是任何人都会接触到的。还有各式各样的辐射源用在工厂中、医院里。今年南京发生了铱的丢失事件，铱被一个人放在裤兜里，他的皮肤受到了损伤。这里我要提醒：千万不要捡不明来源的、金光灿灿的链条、盒子、小工艺品。很多放射源做得很漂亮，简直像首饰一样，有人就会捡回家，以前甚至还发生过死亡事故。

辐射是把**双刃剑**。首先讲电离辐射的负面效应：辐射生物效应是一种以物理过程为先导，集合了化学过程和生物过程的生命体综合反应。辐射能量是效应的基本诱因。躯体效应系出现在受照者本身的效应。长期接触有可能对后代产生遗传效应，造成畸形、发育不良。还有组织反应和随机性效应，例如CT检查过多会发生此类损伤。

而另一方面，电离辐射很重要的一个功能是治疗癌症，尤其是现在重离子治疗癌症。大家知道，肿瘤治疗的三大方法——外科手术、放疗、化疗，其中放疗的地位正在上升。在国外，有40%的肿瘤病人使用放疗进行治疗，现在比例还在增加。放疗可能成为将来国际上肿瘤治疗的金标准。它是没有创伤的。

① 上海光源：中国重大科学工程，投资逾12亿人民币，2009年建成投入应用。

重离子治疗的原理是：现在医院一般使用X射线或者γ射线先照到正常皮肤，经过几厘米后再照到肿瘤组织。电离辐射在一开始把正常的细胞都已杀伤了，到达肿瘤位置时，剂量已所剩不多。而重离子不一样，一开始它对正常组织没有什么杀伤，因此最后把能量都沉积在肿瘤组织上。这是将来非常重要的、有发展前景的治疗手段。上海市质子重离子医院正在研究，做了几年碰到一些困难。瑞金医院正在进行质子的研究，基本原理主要是打断DNA。我们一般是打断DNA的单链，由于修复作用它常常恢复原态，因而不能杀死肿瘤细胞。而重离子可以打断DNA双链，并且将其打得粉身碎骨。因此，传统放疗对放射敏感、中等敏感的癌细胞有用，而重离子放疗对所有肿瘤类型均有效，特别是黑色素瘤。还有一点，之前的放疗只对肿瘤的晚期才管用，对早期的肿瘤细胞不管用，因为不敏感；而重离子则可以在细胞休眠期就杀掉肿瘤细胞。所以，重离子治疗对癌症通杀，目前国际上已有一万例使用重离子治疗的病例，取得了非常好的疗效。日本群马大学重离子治疗中心，非常漂亮、安静，你不会看到治疗病人的痛苦。我国的肿瘤病人很多，约有20万以上患者需要重离子治疗，因此加快我国重离子肿瘤放疗技术的发展步伐势在必行。



日本群马大学重离子治疗中心

除了治疗，辐射在诊断中也很重要。辐射用在医学上，我国跟日本相比差距还很大，有PET的医院数量少，每年PET次数也少。我前不久去上海联影，它是现代化科学仪器研发和生产基地。上海联影计划在全国每个县

建一个PET中心，至少需要具有专业知识的人员两万名，这个方向甚至可以成为各位同学将来选择职业的考虑。PET的优点在于功能上的诊断。另外，PET在诊断乳腺癌上有新应用。诺贝尔奖获得者野依良治说过：“科学应当具有原创性、简洁和清晰。”影像技术正是这样，并且我想很多事情都是这样。

三、核泄漏与放射性物质的危害有多大

日本福岛核事故到底有多大危害？对我国有没有影响？这次事故虽然发生在2011年，记忆已淡化了很多，但是当时人们还是很恐慌的。尤其是日本福岛核事故后，网上有各种各样的传闻，全国人民都成了“核专家”，有各种各样的学说和推理。有“核试验诱发9级地震”之说，新华社《国内动态清样》（第149期）“网络传言声称福岛核电站放射性泄漏暴露日本核武器野心”，甚至北大某教授也宣称核泄漏是日本在悄悄进行核试验，还有人们抢购食盐。日本福岛核事故的碘-131泄漏总量为1.3×10^{17}贝克勒尔（另一说1.5×10^{17}贝克勒尔），远不及20世纪50年代的美国、苏联、法国，还有我们中国，在地球表面进行核试验，放射性物质全部沉降了，没有任何防护措施。当时日本福岛核泄漏发生之后，经过大气环流，放射性物质到了我国沿海地区（如上海、杭州湾等），又回到日本去了。所以，当时检测到日本福岛核事故对我国的影响比较小。

切尔诺贝利核事故到底死了多少人？有媒体报道称造成7000人死亡，还有人说核泄漏地区的老鼠变得像小猪那么大，癌症发病率猛增。事实上，在134名事故清理者中，有28人死于急性放射病，其他清理者后来死亡，但死因不一定与辐射照射直接相关。但是有一个显著的影响——切尔诺贝利事故导致的儿童甲状腺发病率的变化。发生核泄漏事故后，大家可以服用一些碘化物，而不是去吃很多食盐。在切尔诺贝利核事故之后，俄罗斯、白俄罗斯这些国家也是通过碘片进行治疗，治疗的效果非常好。对于无数受辐射影响的儿童、成年人和工人，他们无需生活在切尔诺贝利事故会对健康有损害的恐惧之中。

放射性物质到底有多可怕？现在有两个极端：比如我们搞放射性工作的人有些麻木了，不在乎放射性的危害，这是很不好的；而没有接触过放射性物质的人会非常害怕、非常恐惧。其实，天然放射性物质是普遍存在的，我们无时无刻不被辐射所“轰击”，上有宇宙射线，下有铀、钍和钾-40。放射性是我们日常生活中无法忽视的基本部分。核辐射离我们远吗？它就在我们身边。我们是身在“辐”中不知“辐”。我们平时如果乘飞机，飞到10000米的高空时，会受到每小时10微希弗的辐射；被医疗X射线诊断会达到1毫希弗的辐射，脑CT每做一次要7毫希弗。大气核试验相对较少，其对人体的辐射可忽略不计。而切尔诺贝利事故的残留放射性物质就更少了，每年只有0.002毫希弗。假定你住在秦山核电站附近，每年也只可能接受0.0002毫希弗的辐射，但是假如你每天抽20支烟，一年你会受到1毫希弗的辐射，因为烟中含有钋-210。

至今，没有实验结果支持辐射与人类的死亡有密切的相关性，甚至近年来的研究表明，低剂量的辐照可能是有益的。现在国际上有一种氡疗，德国、日本的氡疗流行，目前全球已有上千个氡气疗养地，而德国主打“健康旅游”招牌的景点已达300余个。生物体对核辐射有自动防御的机制，美国8位放射医学顶级权威给奥巴马总统写信称：“我们对低剂量电离辐射的健康效应了解不够！我们迫切需要加强对低剂量辐射健康效应的研究。”现在关于辐射的问题，社会公众将精密的辐射安全防护措施理解为巨大的潜在危险，结果导致恶性循环。我们越保护，公众越关注；公众越关注，我们就必须越保护。

归根结底，生命的起源与核辐射有关，放射性物质一直伴随着我们，没有核辐射就没有生命，这个还需要科学的进一步解释。宇宙射线可能是生命起源和进化过程中的能源和催化剂，宇宙辐射可能是解释生命体系手性不对称性的钥匙。

无辐射世界能否实现？答案毋庸置疑——无法实现。辐射是一把双刃剑，我们要趋利去弊。

与大师对话

学生1： 切尔诺贝利事件中相关人员的肿瘤和癌症发病率没有变化，微量的辐射是否有治疗癌症的作用？

柴之芳： 辐射量太小也是不行的，要有一定剂量的辐射才能够把肿瘤细胞杀死。这里有个很重要的“度”的问题，这在科研工作中是很重要的。对医生来说，就要精准地掌握量。

学生2： 既然您刚刚说生活中辐射是无处不在的，那能否利用这些辐射而不是另造核电站造福人类？

柴之芳： 这是一个异想天开的问题。因为无处不在的辐射的量实在太少了，我们要用来发电是不够的。但是我要告诉你，海水中含有铀，我们现在就在做提取海水中的铀的工作。

学生3： 妈妈告诉我微波炉加热时不能站在旁边，否则会得癌症，这是真的吗？

柴之芳： 我今天讲的是电离辐射，而你所说的是非电离辐射——电磁波辐射。除了微波炉之外，更常见的还有手机，对此，目前的说法是“公说公有理，婆说婆有理”。非电离辐射比电离辐射危害要小得多，你一定要说有危害也可以，但这也是量和度的问题。

拓展延伸

1. 微波炉

微波炉加热食物，是射频电磁场的主要加热作用。人们平常接触到的射频电磁场的强度比可以产生明显加热效果的强度低得多。射频电磁波的加热

效应是目前安全准则制定的主要依据。科学家也在研究长期暴露在可以加热人体的临界值以下产生效应的可能性。到目前为止，低强度、长时间暴露在射频和工频的电磁场下的负面健康影响并没有得到确证，但是科学家也在进一步积极地进行研究。对健康志愿者的实验显示，短期暴露在环境中或者家中正常强度下的电磁场，不会造成任何明显的有害效应。在可能造成伤害的更高强度的电磁场中的暴露，是被国家和国际安全准则严格限制的。目前，争议主要集中在长期的低强度暴露是否会引起生物效应和影响人类。

2. 电磁辐射

电磁辐射可根据其电离原子及破坏化学键的能力分为两类:电离辐射和非电离辐射。紫外线及更高频率的射线（如X射线、γ射线等）属于电离辐射，它们有其特殊的危害性。就目前而言，生活中最为常见的一类辐射损伤是晒伤，该损伤每年导致超过一百万人患上皮肤癌。对于电磁辐射应该采取主动防护的方法，主要方法有三种：①远离辐射源；②及时切断发射源；③穿着防辐射服。最理想的方法还是切断辐射源。如果外出时很有可能受到辐射影响的，个体防护是很必要的，比如穿上个体防护服，给微波炉加上专用罩，给电脑加上防辐射屏等。

3. 手机辐射

手机辐射对于人类健康也会产生影响。拨号未接通时莫放耳边。一般来说，手机待机时辐射较小，通话时辐射大一些，而在手机号码已经拨出而

尚未接通时，辐射最大，辐射量是待机时的3倍左右。这些辐射有可能改变人体组织，对人体健康造成不利影响。因此，当手机在拨号而未接通阶段，应避免将其贴近耳朵，这样能减少80%~90%的辐射量。手机别放枕头边。专家介绍，手机辐射对人的头部危害较大，它会对人的中枢神经系统造成机能性障碍，引起头痛、头昏、失眠、多梦和脱发等症状，有的人面部还会有刺激感。此外，尽量不要用手机聊天。研究表明，手机挂在胸前，会对心脏和内分泌系统产生一定影响。即使在辐射较小的待机状态下，手机周围的电磁波辐射也可能会对人体造成影响，如心脏功能不全、心律不齐。

电磁波辐射还会影响正常的细胞代谢，造成体内钾、钙、钠等金属离子紊乱。因此，人们准备长时间地通话时，最好改用固定电话或者使用与手机接通的耳机；如果不得不长时间地使用手机直接通话时，也应每隔1～2分钟就换用另一只耳朵接听，以避免一侧大脑长时间地受到辐射。

参考资料

[1]贤惠. 电磁辐射与健康[J]. 健身科学，2010（1）：54-55.

[2]余永利，吴松年. 辐射与健康[M]. 上海：上海教育出版社，2005.

[3]健康时报社编委会. 健康时报：你被辐射了么[M]. 北京：东方出版社，2011.

[4]邹士亚，王善强，艾宪云. 关于核辐射不可不知的几件事[M].北京：国防工业出版社，2011.

第八讲

仰望星空——电磁波信息科学与空间遥感技术

金亚秋

专家简介



金亚秋：1978年为中国科学院首批公派出国研究生，分别于1982年、1983年、1985年获美国麻省理工学院电气工程与计算机科学系科学硕士、电气工程师、博士学位。

他是中国遥感领域第一位美国电子电器工程师协会（IEEE）会士、国家有突出贡献的中青年科技专家、上海市劳动模范、国家重点基础研究973项目“复杂自然环境时空定量信息获取与融合处理的理论与应用”首席科学家。2011年当选中国科学院院士。2012年当选发展中国家科学院（TWAS）院士。

目前主要研究方向为复杂自然环境中电磁波散射辐射传输与传播、空间遥感与对地监测信息理论与技术、复杂系统中计算电磁学等。在国内外已发表700篇学术论文、14本中英文专著与文集，获IEEE GRSS杰出成就奖，国家自然科学奖等二十多项国内外科技奖励。

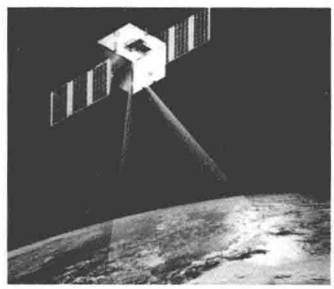
演讲关键词 | 电磁波　主动雷达遥感　被动辐射遥感　深空遥感

导读

我们每天都会听天气预报，同学们是否对如何预报世界各地的天气感到好奇呢？喜欢军事的同学，是否想知道隐形飞机的制造原理或特种部队在夜间执行任务时是如何找到目标的呢？金院士的讲解将会使大家豁然开朗。金院士将会用生动形象的实例及严谨细致的解释，带领同学们去了解在我们身边时时刻刻存在着的电磁波，以及它在我们现代生活中的广泛应用——空间遥感技术。

仰望星空——电磁波信息科学与空间遥感技术

本讲的主标题是“仰望星空”，“仰望星空”的表面意思就是抬头看满是星星的夜空，但它有更深层次的含义，就是希望我们中华民族有一批志向远大的青年人，能够看得更高，走得更远。所以，我觉得今天我做这个报告是非常有意义的。



遥感技术

我先讲一下有关**电磁波**信息科学的问题。我们知道，实际上我们每天都遇到电磁波，打电话、看电视、听广播等，都依靠电磁波。在我们今天的信息社会，电磁波是无处不在的。那什么是电磁波呢？带电的粒子在移动中会产生电场和磁场，变化的电场和磁场就产生了电磁辐射，或者说电磁波。电磁波以光速向外传播，它的一个重要特点就是有频率，电磁波的电场磁场会不断地振动。实际上，我们平常看得见的电磁波就是光，但是光只是电磁波的一部分。高频率的电磁波有γ射线、X射线；频率低一点的就是光，也叫**可见光**，我们是看得见的。频率再低一点的就是**红外线**，我们看不见，但是我们能感受到。再低一点的是**微波**。微波的波长是1毫米到1米之间，它的波长相对要长一点，频率相对要低一点。电磁波频率再低一点，就是我们平时说的**无线电波**。具体还可以细分很多种。电磁波的另一个特点就是有波长。电磁波有不同的波长，频率越高，波长越短；频率越低，波长越长。所以，我

们在不同的波段研究电磁波，往往就形成了不同的科学。我们研究宇宙，那就有许多星系的伽马射线、X射线、高能粒子；我们研究光学，就在可见光这个范围里研究；研究微波通信和微波遥感，都是在微波这个领域，微波炉也包括在其中；我们还有研究通讯的、探测的；等等。不同波段电磁波的研究内容是非常广泛的。电磁波在传播的时候，碰到物体时以确定方向传播，形成**反射**；碰到物体时面向各个方向传播，就形成**散射**；碰到复杂形状的物体，会吸收一部分电磁波，产生吸收，此外，还会形成衍射等。所有这些物理现象，都是在电磁波科学中要研究的。

一、什么是遥感

实际上，如果从科学发展的观点来看的话，近代科学是从牛顿力学开始的。如果同学们学过物理学的话，就会知道牛顿运动定律在近代工业上的标志就是引发了“蒸汽机时代”，在科学上的标志就是开启了牛顿的“力学时代”。到了第二个阶段，就是“电磁学时代”。今天的“信息时代”，信息的载体与信息的传输主要就依靠电磁波了。20世纪初，量子力学和相对论开启了又一个新时代，这些时代标志了人类文明不断进步的过程。

今天，我来讲一讲**遥感**。也许同学们听到过这个词。为什么讲遥感呢？因为我们实验室主要是在做电磁波信息的获取和空间遥感这些领域的研究。所以我想用比较简明易懂的语言，把我们研究的内容告诉大家。

遥感实际上就是在不接触的条件下通过电磁波的散射或辐射来获取目标对象物理特性的一门科学技术。比如**雷达**，雷达是什么？雷达就是利用电磁波探测目标的电子设备。它发出电磁波，碰到物体，然后电磁波返回来，接收到电磁波带回来的信号。接收到信号以后，推测这个对象目标是什么，它有什么特性，这就是**主动的遥感**。也就是说，雷达主动发出电磁波，然后电磁波碰到了物体返回来。还有一种是**被动的遥感**，雷达不发电磁波，但它接收目标本身发出的电磁辐射。一个物体有温度、在运动或者本身有辐射时，就会发出电磁波（一个物体的温度在绝对零度以上都有电

磁辐射，因为电子在不断地运动）。比如说在远处的一辆坦克，我们晚上用普通望远镜是看不见的，但是拿红外望远镜看，就可以看到，因为坦克的温度很高，树林温度很低，所以仅凭肉眼是看不到的，都是黑漆漆的，但是，坦克的红外辐射和树林的红外辐射不一样，因此可以通过红外望远镜发现黑暗中的坦克。不论是主动还是被动的遥感，现在在空间遥感当中，它们都有非常广泛的运用。

遥感器放置的位置也各不相同。放在卫星上的就是星载遥感，放在飞机上的是机载遥感，放在地面上的是地基遥感。

那么使用这样的遥感，我们看一个目标，是否看得清，看目标的清晰度就是所谓的**分辨率**。合成孔径雷达的分辨率已达到**分米量级**。也就是说，将雷达放在卫星上或飞机上看地面，分米量级的物体能够分辨得很清楚。比如一张桌子在卫星的图片上大概有两三个像素，这个分辨率是相当高的。还有一种分辨率是**千米量级**。比如说，我们需要知道我国或者全球某个时候土壤的湿度，那么我们就不需要分辨得这么清楚了，我们知道一个总的情况就行了，这时候就只需要千米量级的分辨率。

此外，还有**极化**。什么是极化呢？这个物理概念需要稍微思考一下。电磁波是在不断地抖动的，一边向前，一边振动，如果它振动形成的是直线，我们就称它**线极化**，因为它的运动轨迹是一根线。如果它振动描绘的是旋转轨迹，我们就把这种现象叫做**圆极化**，或者**椭圆极化**（如果它的运动轨迹是一个椭圆的话）。这也就出现了不同的极化。不同的极化有各自的用处。

二、地球遥感可以做什么

我们地球上的遥感可以做什么呢？比如**可见光遥感**，使用照相机在遥远的地方照张相，把地面都拍下来，可以看见地面的情况。但是这种遥感是有很大的限制的：必须在白天，必须光照很好才能拍清楚，同时，幅度不能太大，如果幅度一大，把全球照个遍，那数据量就太大了。除此之外，照相机还有其他的一些局限。

再后来发展到**红外遥感**。红外线和可见光有什么区别？红外线的波长比可见光长一点，并且它对温度、水汽特别敏感。那么红外遥感的好处是什么？它可以看云。因为云都是水汽，所以红外线一扫，下面有云的话，就都能看得很清楚。但是它也有缺点，红外线透不过云，因为云下的红外辐射都被云吸收掉了。我们平时看电视中天气预报节目，放云图很好看，但是云下面，我们是看不到的。

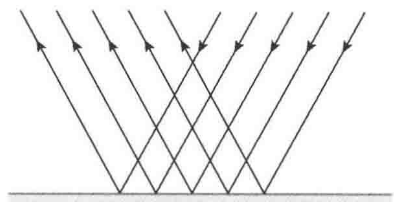
微波的频率要高一点，比红外线还要高一点，因此它能够透过大气，透过云、雨。所以，被动**微波遥感**在气象、海洋这些领域有广泛的应用。它可以测量大气的温度、湿度、降雨的强度、植被的生物量、积雪的厚度、海面上的风速等。但是，辐射计量到的是物体的辐射强度，不是雨量和土壤湿度。这里面有两个量的转换。比如，你去看病，医生给你量了体温，但是你不是要看体温，而是要看咳嗽或是其他的什么症状。接着就要从量体温转换到检查疾病，这是一个研究过程。再一个就是多时相变化，例如，上一季度量的数值和这个季度量的数值对比一下，你就知道发生了哪些变化。去年量的这个地方，今年用同样的方法在相同的地方量一次，两者的结果对比一下，就知道了其中的变化情况。

实际上，这些遥感技术还得到了进一步的发展——**合成孔径雷达遥感**。雷达的分辨率和它天线口径是成比例的，分辨率越高，天线口径越大。但是天线口径不能无限大。那怎么办呢？我们就把雷达放在飞机上或卫星上，利用载体本身的运动，就相当于合成了一个大的口径，这样分辨率就可以提高了。雷达的工作原理也是个转换过程，因为雷达测量的是反射回来的电磁波强度，并不是雨强、土壤的湿度、生物量和海面的风速等，它们之间有一定的物理关系，这个转换过程叫做反演过程。

从人类历史来看，20世纪50年代之前，人们怎么测量大气的温度呢？一种方法是在地面上用百叶箱测量，一种是发射火箭、放气球，这是很局部的测量。有人提出，我们能不能从空中往下看来测量气温？这就促使了卫星技术的发展（因为卫星可以多次覆盖全球地从上往下看）。经过五六十年的发展，遥感科学已经成为观测地球，甚至观测外星球的一种科

学技术。最初的人类想知道海岸线是什么样的，要千里跋涉地做测量。现在卫星围绕地球转一圈，立即可以把全球的情况测量出来。这是人类认识地球自身环境的一个重大科技进步。

我们来看看合成孔径雷达的发展。合成孔径雷达最初是军用的，后来逐渐发展到民用，发展到民用的话，原来的技术就有局限性，所以促使它发展得很快。合成孔径雷达主要包括极化（任何一个极化）和不同的频率、角度和站点，并且分辨率达到了分米，所有这些组成了合成孔径雷达科学技术的各个方面，也就产生了各个领域的研究。可以运用各种不同的手段，比如双站合成孔径雷达：别人发出电磁波，我们在另一地接收。我们没有发出电磁波，所以我们很隐蔽，而且可以在不同的角度接收。这样就可以对地面的情况获得更多的信息。但是在技术上也相对复杂一些，包括硬件技术、卫星技术，还包括解析数据和图像结果的技术。所有这些都是相联系的。



镜面反射

电磁波从一个方向发射出去，从不同目标得到的结果是不一样的。为什么不一样？因为不同目标对电磁波的反应是不一样的。分析不同目标的回波，就可以对不同形状的目标识别分类，这些目标具有不同的形状、不同的物理特性。我们可以从不同目标回波的强度等回波信息来判断目标到底是什么。地面上不同的目标通过回波返回来的数据信息是不同的，用获得的数据做研究，进行分析，就能够区分建筑物和道路，建筑物和树林，树林和庄稼，等等。甚至分辨率很高的话，分辨树林下有没有目标，是什么目标这些问题都会被提出来。那么，为什么这些目标会对电磁波产生不同的反应呢？比如，一块平面，电磁波射在上面，一下就被反射走了，这种情况叫做**镜面反射**，这个平面像镜子一样。但如果是不平的面，那么电磁波射在上面，有一部分能量会回来。如果是个建筑物或者台阶，射在它上面的话，电磁波会先反射到地面，然后再从地面反射回来，这种现象叫做**二次反射**。还有**多次反

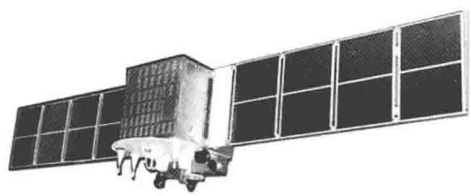
射，还有**透射**、**衍射**等。随着雷达分辨率的提高和极化技术的增强，就会得到不同的反应，从而物体的细节特征就能被分辨出来。比如，海面上有两艘船，一艘集装箱船和一艘炮艇，它们之间除了大小差别以外，装载的物品一定也是有区别的，它们装载的物品就引会起不同的反射，或为二次反射，或为三次反射等。那么，如果能把这些反射或散射分析出来，就能区别这个船是什么样的了。对地面目标也是如此，可以区分出它是普通车辆，还是装甲车或坦克等。

近几年来，合成孔径雷达的发展非常迅速。它可以给我们一个地面环境与目标的平面图像。但是它飞了很多次、很多圈的话，就能把地面目标的立体情况反映出来，并且可以通过所反映的立体情况来分析地面目标的立体特征。所以，观测出的地面目标不仅有平面的特征，也有立体的特征。平面特征是二维的，如果是立体的话，就是三维。甚至还有四维、五维的情况。比如说，有季节性膨胀的变化，还有其他一些物理量的变化，这些物理量的变化可以说是它更多维（四维、五维）的变化。所以通过我们的技术，可以把地面目标的多维信息提取出来。这就是**遥感信息技术**。

当然，微波、红外线、可见光也可以融合在一起，将它们融合在一起的科学叫**融合科学**，或者说是信息融合，这也是一个科学发展方向。对于一张东海大桥的雷达图像，通过雷达图像信号我们可以分辨出哪些是平面反射，哪些是二次反射。二次反射是怎么发生的？电磁波先射在桥上，反射到桥上的电磁波再反射到水面，再从水面返回来。这样水面的高低就可以被推算出来，这是个很简单的例子。所以涨潮、退潮，以及长江的污染情况、水域划分等，都可以被监测到。像这些与城市发展有密切关系的领域，在空间遥感中都有了很多应用。总之，**主动雷达的遥感**就是我们主动发射电磁波，接收电磁波，通过接收到的电磁波，分析所接收到的信号、图像来解释说明我们所观测目标的各种物理的多维特性。

三、微波辐射遥感

微波辐射遥感是测量目标的微波频段的辐射，辐射计本身不发射电磁波。它在气象学和海洋学里有非常多的应用，如大气、气候、海洋、水文等方面的观测。近几年来，我们对三维的价值、海面的风潮，以及一些灾难性的天气有了更多的认识。不但要知道空间区域的分布情况，还要弄清楚内部的结构。最典型的例子就是台风，台风一刮，当中凹下去的地方叫台风眼，但是台风眼里面的结构我们还不知道。所以气象局往往报不准台风往哪边走。微波技术的发展，为探索立体目标的结构提供了工具。通过研究，我们可以把降雨的三维结构，甚至是台风的三维结构研究清楚，获得非常重要的信息。我国的国土面积很大，有很多问题还需要我们不断地解决。例如海冰探测问题，我们中国的海冰在哪里？渤海。渤海的海冰跟国外的海冰还不一样。欧洲的海冰纬度比较高，冰层很厚，有的是多年积累下来的。渤海湾的海冰变得很快，一天里就变了。因此，这些探测技术都需要我们来研究，为中国的发展服务，因为我们有许多特殊的情况。比如我国在风云气象卫星上就取得了相当多的进展，我们有“风云一号”“风云二号”“风云三号”，将来还会有更多的发展。“风云一号”“风云二号”都是运用可见光和红外线进行遥感探测，“风云三号”开始运用了微波遥感，将来我们还会有其他遥感。我们的这些遥感基本上遵循了国际上通用的角度、频率等手段。将来我们要在更多的方面有所突破，比如说，分得更细，分辨率更好。其中分辨率包括空间分辨率和时间分辨率。**空间分辨率**是什么？就是指我们看的地方要细一点，能够满足我国国土的要求。**时间分辨率**是什么？我们希望气象卫星围绕地球转了一圈后，很短时间内就可以转完第二圈或者能与地球同步，对准我国区域。如果转一圈需要两天，那么整个天气现象就变化了。所有这些方面都会引起相当多的技术、科学和工程问题，以及具体运用等一系列的问



“风云一号”气象卫星

题。比如说一颗卫星寿命到了，就必须再发射第二颗卫星。第二颗卫星和第一颗是否一样，数据有没有相关性等一系列的问题也需要关注。所以一颗卫星从研发到投入使用有个很长的研究过程，包括它的仪器、定标。**定标**就是确定零度线在哪里，有一个标准。并且得到的事实和数据都要进行各方验证，最后进行反演。卫星可以监测台风、火灾、沙暴等。为什么能够监测火灾？因为火灾周围温度高，热辐射就很强，这样就可以推算、划定火灾的区域。海洋卫星能够监测海表的温度、海冰、风场、浪高等。

中国空间对地观测遥感卫星主要有："风云一号""风云二号""风云三号"，海洋卫星"海洋一号""海洋二号"，环境遥感卫星等。空间站离地球比较近，距地面300千米左右，分辨率比较好。我国的探月计划里也有遥感的应用，其中就有微波辐射探月。月球总是正面对着地球，背面是看不见的，必须使卫星绕月球转，才能看见它的背面，探测月壤的厚度。为什么要知道月球上土壤的厚度呢？因为太阳风会把许多高能的粒子喷射在星球的表面，地球表面有稠密的大气，便把粒子挡住了。而月球表面没有大气，会把很多元素喷射在月球上，其中就有很多氦-3，要想知道氦-3的含量，就需要知道月壤的厚度。微波辐射计有不同的频率，频率高的透得浅一点，频率低的透得深一点。通过不同深度的热辐射，可以把土壤的厚度反演出来。我国的"嫦娥一号""嫦娥二号"做的就是这样的微波辐射工作。这项工作其他国家还没有人做过。微波辐射是中国科学院国家空间中心做的。我们现在做的是一个理论建模，就是研究在一个特定的频率下，微波辐射计能得到什么样的信息，怎么用测量到的数据来推算月壤的厚度，再如何估计其中氦-3的含量。我国是世界上第一个提交了月球正面和背面的土壤厚度，以及月壤中的氦-3含量的国家。

随着我国经济的发展，我们的**深空探测**也有了进步，其中就包括火星探测。美国和欧洲都已经做了关于火星的一些研究，我国对火星也将会有这样的一系列研究。火星的表面是高低不平的，还有陨石坑。雷达波射在火星表面上，一定有回波过来，也有透进去再回过来的，通过这样的时间差就可以估算火星上表层的厚度。

最后讲一下天地海目标环境的遥感监测与识别。天上有卫星在飞，地

上有各种目标，海面上有各种海冰、海浪、海风和舰船等，这就形成了**天地海目标环境**。对于空间目标，下面有遥感器在监测它，这就是**对天目标的监测**，可以多圈次、多角度，便可以构造出目标的具体多维特征。

电磁波信息科学与遥感信息技术和其他学科都是联系在一起的。如传感器与电子科学技术、卫星技术、计算机与计算科学、智能处理与大数据技术、航天与深空探测技术、地球科学、环境科学、空间科学，以及其他交叉和边缘学科。理论科学、实验科学和计算科学，是当代科学的三大基本支柱。这些科学技术对于我们科学的发展是不可或缺的。科学研究的道路十分宽广，有待于中国青年发挥才智。天高任鸟飞，海阔任鱼跃。

与大师对话

学生1： **有人戏称北方有好多城市在卫星上是看不见的，这里的"看不见"是指用可见光、红外线看不见，还是主动的雷达遥感也看不见呢？**

金亚秋： 雷达是看得见的，这里指用红外线和可见光看不见。微波是可以监测的，特别是毫米波，沙暴雾霾等都可以被监测到。

学生2： **有的雷达可以隐形是什么情况？**

金亚秋： 一个目标被雷达发现，是因为它有散射波或者反射，形成雷达散射截面。如果我们希望不被发现，那么雷达天线的表面就必须做得特殊，上面涂上隐形的材料，减少散射截面。我们一方面也在做这样的工作，计算不同物理特性的目标物体的散射截面，但是目前隐形也不可能做到百分之百。只是在一个频段、一个角度可以隐形。对于任何角度、任何频率的隐形是很难做到的。现在还有一种超材料，电磁波射在上面会有很小的散射界面，就像隐身衣似的。我们现在正在研究这样的材料。

学生3： **电影《变形金刚3》里，美国人有个武器叫“轨道炮”，我想知道它的原理。一个卫星可不可以引导其他的电波进入它的控制范围？**

金亚秋： 这部电影我没看过，但是科幻片很好，许多东西都是从科幻小说或者电影开始的。

这个方面的技术也在不断地发展，合成孔径雷达，或者其他的技术，使得回波产生畸变，破坏其被认识的能力。比如，电磁波射在一幢房子上，从接收的电磁波分析出来就是一幢房子。但是地面上有办法使接收的回波错误地判断成田野。那么怎么使其判断错误？可以把房子用东西遮住，如覆盖材料、改变形状隐蔽起来。还有就是无线电的应答技术，主动用假信息回答，达到这个技术必须对对方的电磁波有所了解，这叫反合成孔径雷达技术，还在发展当中。

拓展延伸

1. 隐形飞机

隐形飞机是指在飞机研制过程中设法降低其可探测性，使之不易被敌方发现、跟踪和攻击的专门技术，当前的研究重点是雷达隐身技术和外形隐身技术。简而言之，隐身就是使敌方的各种探测系统（如雷达等）发现不了己方的飞机，无法实施拦截和攻击。早在第二次世界大战中，美国便开始使用隐身技术来减少飞机被敌方雷达发现的可能。

我国研制的准四代战斗机歼20，其性能被认为接近F22，强于T-50，而且载弹量都超过二者。隐

身方面，歼20总体上采用了隐身设计，同时鸭翼和腹鳍的存在对隐身性能构成了不利影响，正面RCS值(即雷达反射截面积，飞机对雷达波的有效反射面积)应该会大于F22。

2. 红外线探测器

红外线探测器分为被动和主动两种不同的类型。被动红外线探测器的红外探测主要是感应移动物体与背景物体的温度的差异。在被动红外线探测器的警戒区内，当无人体移动时，热释电红外感应器感应到的只是背景温度，当人体进入警戒区时，人体发射10微米左右的红外线通过菲涅尔透镜增强后，聚集到热释电红外感应器上，其热释电元件感应到人体温度与背景温度的差异，温度发生变化，失去电荷平衡，向外释放电荷，后续电路检测处理后产生报警信号。主动红外线探测器是一种红外线光束遮挡型报警器，发射机中的红外发光二极管在电源的激发下，发出一束经过调制的红外光束（此光束的波长在0.8～0.95微米之间），经过光学系统的作用变成平行光发射出去。此光束被接收机接收，由接收机中的红外光电传感器把光信号转换成信号，经过电路处理后传给报警控制器。由发射机发射出的红外线经过防范区到达接收机，构成了一条警戒线。正常情况下，接收机收到的是一个稳定的光信号，当有人入侵该警戒线时，红外光束被遮挡，接收机收到的红外信号发生变化，提取这一变化，经放大和适当处理，控制器发出报警信号。

3.“风云一号”气象卫星

它是我国研制的第一代太阳同步轨道气象卫星。“风云一号”气象卫星共4颗，是我国的极轨气象卫星系列。FY-1A卫星和FY-1B卫星分别在1988年9月7日和1990年9月3日发射升空。FY-1C卫星在性能上做了较大改进，被列入世界气象业务应用卫星的序列，FY-1D卫星从2000年开始正样设计，于2002年5月15日在太原卫星发射中心用“长征四号”B火箭发射升空。它被用于探测昼夜的云图、地表图像、海洋水色图像、水体边界、海洋面温度、冰雪覆盖和植被生长，用以获取全球性气象信息，向全世界气象卫星地面站发送气象资料，并具有探测空中粒子成分的功能。

参考资料

[1]张占睦，芮杰. 遥感技术基础[M]. 北京：科学出版社，2007.

[2]金亚秋.电磁散射和热辐射的遥感理论[M]. 北京：科学出版社，1993.

[3]徐希濡.遥感物理[M]. 北京：北京大学出版社，2000.

[4]乙晓光，孙和荣. 隐形飞机及其克星[M]. 北京：兵器工业出版社，2003.

第九讲

奇妙的生物大分子机器

施蕴渝

专家简介



施蕴渝：在国内率先开展蛋白质结构与功能计算生物学研究，中国科学技术大学生命科学学院原院长、中国科学院院士，曾任教育部生物科学与工程教学指导委员会主任。领导建立了中国科学院结构生物学重点实验室，在20世纪80年代中期，是国内最早用多维核磁共振方法研究蛋白质结构与功能的专家之一。目前主要研究基因表达调控，特别是表观遗传调控蛋白质，RAN及其复合物的结构基础及分子机理。她是国际磁共振学会理事；中国生物物理学会–生物磁共振专业委员会理事长；*Current Opinion in Structural Biology*，*Biochemistry*，以及Faculty of 1000的编委会成员。于20世纪80年代初，在国内高校中率先开展结构生物学与计算生物学教学，在国内完全空白的条件下，领导建立了完整的本科生与研究生的结构生物学教学体系。

演讲关键词 | 细胞　生物大分子机器　蛋白质

导读

机器想必大家都知道，但是小小的细胞里也有机器吗？如果有，有些什么机器，是什么样的呢？它们能干些什么事，制造什么产品呢？在这个讲座中，施老师将告诉我们生物大分子机器的结构、功能，其与人类生活的关系，以及我们研究生物大分子机器的方法。

奇妙的生物大分子机器

美国能源部计算生物学项目数学科学研究委员会、美国国家学术院国家研究委员会编著了《数学与21世纪生物学》一书。该书希望美国在面临新的挑战时做好应对，同时把生物学和各个新的学科整合在一起，让生物学与其他学科相互合作，找到一些解决问题的办法。

一、生物学与人口健康有着密切关系

生物学首先与人口健康有着密切关系，其次跟环境、能源、食品、安全都有密切关系。研究生物学问题仅靠生物学家是不够的。解决生物学问题，首先要对生命科学有深刻的了解，要了解这其中的原理。比如癌症是大家都很关心的问题，但迄今为止并没有一个非常好的治疗办法，虽然有些肿瘤近年来治愈率有所提高，但问题并没有根本解决。还有像艾滋病等。怎么解决这些问题？必须对其发生的机理深刻了解，研究各类药物及其作用，对复杂的生物系统进行深刻的了解。

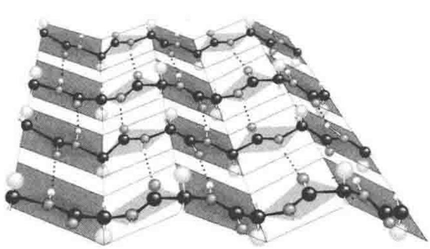
人的大脑如此复杂，对于得了阿尔茨海默病、帕金森病的患者，怎样解决他们的问题？靠单一的学科是无法完成的，需要各个学科共同合作，即把多学科结合起来，包括物理、化学、计算机科学、工程学、数学、科学教育等，当然还有生物学自身。所以，生物学已经不是仅仅把动物、植物分类或者用显微镜看一看，生命科学实际上是要多个学科紧密合作，才

能解决这些复杂问题的学科。我今天讲的是生命科学中的一个方面，以此来说明为什么解决生物学问题需要涉及多个学科。

二、什么是生物大分子机器

我们知道，细胞是构成生物体的基本单位，细胞里有细胞核、溶酶体、细胞骨架、核糖体、高尔基体、线粒体等，这些只是细胞器，但实际上一个细胞里面充满了复杂的生物大分子机器。**生物大分子机器**是指分子巨大、组成复杂、结构精美、调控巧妙的生物大分子复合物，它们在细胞中行使着复杂的生物学功能，由蛋白质、核酸、小分子，包括脂类、多糖等组成。而且这些大分子都有其组成结构层次，它们在细胞里面，由各种各样的蛋白质，还有核酸及小分子组成。除此之外，它们彼此之间相互作用，在细胞膜上还会有蛋白质，细胞外的信号通过细胞膜上的受体和通道传到细胞内，然后有的还要进到细胞核，产生各种各样的作用，形成复杂的调控网络。

这些大分子机器的结构是非常精美的。大分子的结构都有一定的结构层次，就拿**蛋白质**来说，它的基本单位是**氨基酸**，有20种不同的氨基酸。但大分子比化学里的高分子要复杂。例如聚乙烯，它全是由乙烯聚合而成，但蛋白质有20种不同的氨基酸，不同的氨基酸按一定的**序列**排列，而且它们还有特定的**空间结构**分别行使一定的功能。这些氨基酸，它们基本的主链是一样的，但是侧链不一样，就有了不同的种类。按一定的排列顺序，每种蛋白质都有它特定的氨基酸排列顺序。胰岛素就是一种序列，血红蛋白是另一种序列，所以生物大分子比高分子要复杂得多。并且，不是排列以后就都是线性的，还可以折叠成螺旋状或是β折叠，还有一定的转角，有三级结构。血红蛋白还有四级结构，是由四个亚基组成的。还有一些由更多亚基组成的酶。如病毒，核糖核酸病毒里可以是RNA，DNA病毒里可以是脱氧核糖



β折叠

核酸，但是它的外壳就是蛋白质，而这些蛋白质可以形成二十面体的对称结构，非常复杂。

二、为什么要研究生物大分子机器

蛋白质在细胞里起了重要的功能，不仅是蛋白质有特定的结构，RNA和核糖核酸也有这种所谓的二级结构，实际上还有更高的三级结构，折叠成非常复杂的结构，但不论是蛋白质还是RNA的结构，都与它的功能有密切的关系。如果不能正确折叠，那么生物个体就会得病。同学们都听说过疯牛病，也听说过有人得了阿尔茨海默病、帕金森病，因为他们的蛋白质在大脑里形成了斑块，许多正常的折叠变成了纤维状，就造成了疾病。所以，蛋白质正确的折叠对于生物大分子的空间结构研究很重要。它首先要有序列，就是由DNA的序列翻译成蛋白质的序列，然后形成特定的蛋白质的空间结构，蛋白质常常是药物作用的靶点，可能对研究、设计药物起到很重要的作用。

研究这些生物大分子机器的结构及其功能，对于新药的研究会起到重要的作用。中国科学院上海药物研究所的一位科学家做过很重要的关于艾滋病病毒上的受体——CCR5的研究，知道了CCR5的结构，对进一步改进药物起到了重要的作用。所以知道了这些蛋白质的空间结构，它们是怎么折叠的，它们和小分子药物是怎样相互作用的，对药物的研究会起到推动作用。

我们很多药物作用的靶点都是生物大分子，可以是膜上的受体、酶，也可以是膜上的离子通道。这是一个经典的例子，艾滋病病毒在生活周期里需要蛋白水解酶，知道酶的结构后找到小分子抑制剂，使酶不能起作用，它就可能变成一种潜在的治疗艾滋病的药物，如今在艾滋病“鸡尾酒疗法”中得到了应用。再如几年前找到的一种酪氨酸激酶，它的抑制剂是一种治疗白血病的药物。正是因为这样，这一类生物大分子机器非常重要。

中科院启动了一个重要的先导专项，一个大的科学项目，专门研究

生物超大分子复合体的结构、功能与调控，包括研究遗传信息的解码与维护、染色质结构与表观遗传调控染色体调控中RNA介导的关键大分子复合体、基因转录和DNA损伤应对，研究跨膜的过程、病毒与宿主相互作用、病毒转录复制及天然免疫应答、重要跨膜生物过程，研究超大分子复合体组装调控，研究前沿技术、微晶高分辨率衍射及溶液小角散射、超大分子复合体电镜三维重构技术、超大分子复合体的动态结构核磁共振研究技术。其中依托的单位有中国科学院蛋白质科学中心（北京设施和上海设施）、中国科学院蛋白质科学平台（依托生物物理所）、中国科学院合肥强磁场中心（依托中国科学技术大学合肥物质科学研究院）、国家蛋白质科学上海设施（依托上海中国科学院）等。

三、生物大分子机器如何工作

生物大分子机器在细胞里起着各种各样的作用，有的与能量生成有关，有的与光能转化成化学能有关，有的与细胞内的物质运输有关，有的与神经系统有关，有的与DNA转录复制合成蛋白质、基因表达调控、感知外界信号等有关。

1. 能量生成机器

能量对生物体是很重要的，我们都要依靠能量才能活动。细胞呼吸是生物体获得能量的主要途径，它是一种**氧化反应**，发生在线粒体中，就是我们吃进去的糖、脂肪、蛋白质在体内氧化分解，逐步释放能量，产生ATP（含有高能磷酸键）和热能，最终生成二氧化碳和水。它发生在细胞里线粒体的内膜中，膜上有很多蛋白质复合物，这些蛋白质复合物起着线粒体膜上电子传递的作用。复合物Ⅰ、复合物Ⅱ、复合物Ⅲ都是跨在膜上的蛋白质，有各种各样复杂的功能。除了它们以外，还有一个结构很复杂的ATP合成酶，它像一个旋转的发电机，合成高能磷酸化合物（ATP），为细胞提供能量，是产生能量的机器。

2. 把光能转变成化学能的机器

还有一种生物大分子机器，可以把光能转变成化学能。比如，我们人要靠吃东西来生存，但有些自养生物，像植物、光合细菌，只要依赖**光合作用**就能获得能量。生命的存在要靠能量，但生物本身不能创造新的能量。地球上几乎所有的生命需要的能量都来自太阳。绿色植物、藻类、光合细菌等光合生物吸收太阳能，将其转化成有机化合物中的化学能，它们在**叶绿体**中进行这样的反应，只有通过这个反应，它们才能生存。这样的反应也是通过一系列的大分子机器起作用的，有光系统Ⅰ、光系统Ⅱ，还有ATP的合成酶，大分子的复合物里除了有蛋白质，还有很多色素分子。光能照射在色素分子上，照射到光系统Ⅱ，从色素分子基态到了激发态，一步步进行电子的传递，通过一系列的传递链，传递到高能磷酸的化合物。这个过程使得其中的水发生裂解，产生了氧气，还产生了电子。这是一个非常了不起的反应。

为什么我们刚才讲生命科学与能源有关呢？因为这个系统就把光能变成了化学能。现在很多化学家都想模仿这个系统，利用**光电池**接受光照，光照以后就转变成电能，但是目前人造的光电池都不可能达到天然的生物体中光合作用的效率。这个反应把水裂解产生氧气，是一个**水裂解**的反应：在光系统中锰离子起作用，通过一步步的反应，最后把水裂解产生的氧和氢进行电子转移。化学家非常希望模仿这样的反应合成一些催化剂，希望能够实现这个反应，但是科学家暂时做不到，生物体中的这个反应是多少年进化的结果。实际上生物体中还有**暗反应**。暗反应把空气中的二氧化碳固定下来，便产生了化学物质：糖、食物等，供给人和动物来吃。要实现这个反应，就要靠这个体系中的生物大分子机器来起作用，它们有非常精密的结构和调控作用，共同有着重要功能。

3. 细胞内的运输机器

我们用汽车、拖拉机运货，细胞内部也需要运输，并且不能乱走乱运，否则会引起混乱。所以，细胞中有**马达蛋白**，它们沿着一些微管进行

运输。囊泡是需要运的东西。马达蛋白有两条链交叉在一起，有一个头、一个尾巴。两条链有一条叫重链，另一条叫轻链。科学家通过实验，检测到这样的东西。它们非常奇妙。它们的动力是什么？它们为什么能在这样的微管上行走，而且还按照一定规律行走？这些都是值得研究的。

4. 奇妙的信息传输机器

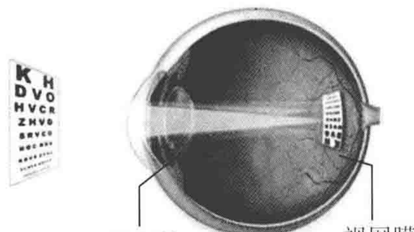
人的大脑非常复杂，1千克的大脑中有10^{11}个神经元、18万千米的神经纤维，形成了复杂的神经网络。各个神经纤维之间形成了突触连接，1千克的大脑里有10^{15}个突触连接，能将神经信号进行传递。突触上有很多蛋白质，约有10^{18}个突触蛋白质，起着非常复杂的作用和功能。这种复杂的系统使得我们的大脑非常发达。虽然计算机技术非常发达，但是到现在，最发达的计算机也比不过我们人的大脑。

大脑是怎样起作用的？实际上就是神经细胞上产生了很多**电信号**，会产生脉冲样的电信号。比如受到外界的一个刺激后，可以用复杂的电子仪器检测到这上面复杂的信号。那么这些电信号是怎样产生的呢？细胞膜上有离子通道，离子通道也是蛋白质，形成的这一个个的电脉冲产生**动作电位**。产生动作电位的机器也是生物大分子机器。这种离子通道是在神经细胞膜上的，它可以开，也可以关，有的是对钾离子的，有的是对钠离子的，还有的是对钙离子的。它有选择性，它的开、关等就会产生这种动作电位。这些通道实际上也是蛋白质，它可以关闭，中间有孔，关的时候它变小，开的时候离子可以通过，而且是有一定方向地通过，膜上的通道跟心脑血管疾病、癫痫等有密切的关系。

5. 感受光的机器

除了大脑以外，我们还有感官、感觉系统，譬如我们的眼睛。飞来一只蝴蝶，我们怎么知道它来了？因为眼球上有晶状体，它像一个凸透镜，晶状体后还有视网膜，眼睛像一台相机，经过透镜聚焦后，将图像信息传到视网膜上。视网膜上有蛋白质和色素，其中有一种叫视紫红质的蛋白

质，还有一种色素分子叫视黄醛。这种视黄醛分子可以是全反式，也可以是11—顺式。当视网膜接受了光子信号以后，视黄醛的分子可以由11—顺式改变构像，变成全反式的视黄醛。这么小的分子结构非常微弱的改变，就产生了信号，视黄醛旁边的视紫红质蛋白质捕获到这个信号，接着有一系列蛋白质的相互作用，把这个信号放大，最终作为电信号传递到大脑里去，这样我们就感受到了外界的**光信号**。



眼睛示意图

刚刚讲的生物体有一个很重要的法则叫“中心法则”，是DNA转录为RNA、翻译成蛋白质的法则，这其中也有一些蛋白机器参与，如DNA转录的机器、RNA聚合酶的机器，还有合成蛋白质的生物大分子机器——核糖体。核糖体中有两个**亚基**，一个叫大亚基50S，另一个叫小亚基30S。

四、如何研究生物大分子机器

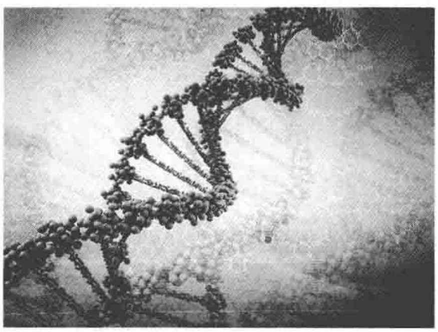
这些大分子机器能不能在显微镜下看到？其实我们拿显微镜是看不见的。在这个范围内（1微米~1毫米）可以用普通光学显微镜来看，是可以看到细菌的，但是看不到大分子复合物蛋白质核酸。超高分辨率的荧光显微镜，目前分辨率可达到几纳米，但是要得到原子分辨率的生物大分子机器的结构，就必须借助X射线晶体衍射、核磁共振、冷冻电镜、单分子研究、小角散射等。

那么这个过程大概是什么样的呢？如果我们要做**X射线晶体衍射**，首先要进行基因克隆表达、蛋白质分离纯化、晶体生长，然后要将晶体送到同步辐射加速器上收集衍射数据。比如在上海张江有一个很大的国家同步辐射加速器中心，在那里可以进行X射线晶体衍射，也可以收集数据，得到衍射图谱。衍射图谱要通过计算机运用数学的方法去分析，从图谱中得到结构信息，进一步研究它的功能。另一种方法是**冷冻电镜**。用冷冻电镜可以得到很大的复合物的近原子分辨率三维结构。冷冻电镜的工作原理是：

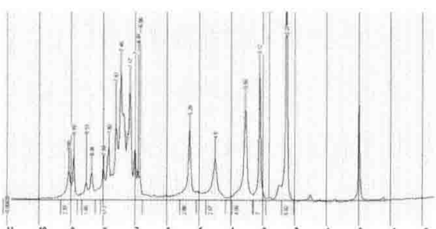
将生物大分子复合物放在电子显微镜下，可以从不同的方向投影，拍得上万张图，然后用计算机把它三维重构出来。还有一种方法是核磁共振，它不必长晶体，生物大分子在溶液里面，我们要把它放在磁场下，在液氦的温度下，超导磁体产生很高的磁场，原子核的能级发生分裂，给它复杂的脉冲序列得到核磁图谱，通过不同的脉冲设计得到一维、二维、三维的图谱，然后把得到的图谱用一定的理论算法计算生物大分子结构。这些都是非常有趣的事情。

五、总结

超大分子复合物、蛋白质分子机器的研究是生命科学前沿的领域，在历史上这个领域产生了许多诺贝尔奖。诺贝尔奖是科学上的最高奖，就像参加奥运会得冠军，获得诺贝尔奖就是在科学上得冠军。例如科学家因染色质（1982年）获得诺贝尔奖，因ATP合成酶结构与功能研究（1997年）获得诺贝尔奖，因RNA聚合酶结构与功能研究（2009年）获得诺贝尔奖，因GPCR / G蛋白复合物结构与功能研究（2012年）获得诺贝尔奖，这是很重要的药物靶点。左上图是大家熟知的DNA双螺旋模型，是用X射线晶体衍射的方法得到的；左下图是核磁共振波谱，原先大家只会做一维的谱，后来瑞士科学家恩斯特因发明了二维核磁共振技术而获得了诺贝尔奖。核磁成像技术应用到医院里，可以检查病人是否有肿瘤等。



DNA双螺旋结构



核磁共振波谱

我给大家非常粗略地讲了什么是生物大分子机器，它们为什么重要，为什么要研究它们，它们起了什么样的作用。那么到底该用什么方法去研究？现在讲的生物大分子机器还只是冰山一角。细胞里还有那么多的大分子机器，还有很多未知的事物，有待于人们进一步去探索，特别是有待于同学们去探索。

与大师对话

学生1： 核磁共振成像可以对脑部的肿瘤呈现一个清晰的图像，那么它和医学上的CT、微超这些成像技术有什么异同点？

施蕴渝： 核磁共振和其他几种成像技术相比，它最大的特点是可以检测到水的成分信号。核磁共振除了在医院频繁被使用外，它还可以用来进行大脑的认知科学研究。此外，像CT这种X射线对人体是有损伤的，而核磁共振对人体不会有不良影响。

学生2： 有没有可能从根本上杜绝一些疾病的产生和繁殖？

施蕴渝： 以艾滋病病毒为例，其病毒是通过DNA传递给RNA，再传递给蛋白质的，然而它也可以从RNA反转给DNA，那么人们通过研究起到反转作用的翻转酶还是有可能杜绝这种疾病的。

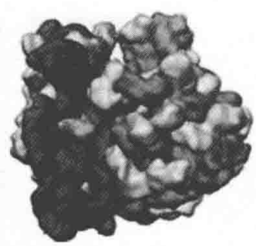
学生3： 我们研究大分子的方法还有什么局限吗？

施蕴渝： 有很多局限。现在的技术只能解决较为稳定的复合物，尽管冷冻电镜可以弥补这一点，但是它要求研究对象必须均一，像RNA这种非常关键的非编码结构就很难被破解，原因还是它的不稳定性与结构高度柔性。因此，这些困难也需要我们和其他学科建立合作才能解决。

拓展延伸

核糖体，旧称“核糖核蛋白体”或“核蛋白体”，是细胞中的一种细胞器，由一大一小两个亚基结合形成，主要成分是相互缠绕的RNA（称为“核糖体RNA”）和蛋白质（称为“核糖体蛋白质”）。核糖体是细胞内蛋白质合成的场所，能读取信使RNA核苷酸序列所包含的遗传信息，并使之转化为蛋白质中氨基酸的序列信息，以合成蛋白质。在原核生物及真核生物（地球上的两种具有细胞结构的主要生命形式）的细胞中都有核糖体存在。一般而言，原核细胞只有一种核糖体，而真核细胞具有两种核糖体（其中线粒体和叶绿体中的核糖体与细胞质核糖体不同）。

核糖体大亚基（红色）和核糖体小亚基（蓝色）相互嵌合组成完整的核糖体。



核糖体

第十讲

金力　解读写在基因中的人类历史

专家简介

金力：1985年毕业于复旦大学遗传学专业，1987年毕业于复旦大学遗传学专业并获硕士学位，1994年获德克萨斯大学生物医学/遗传学博士学位。曾任美国德克萨斯大学公共卫生学院副教授（终身教职，1999年）、美国辛辛那提大学医学院教授（终身教职，2001年）。2007年6月起，任复旦大学副校长兼研究生院院长。2011年5月起，任复旦大学党委委员、常委，副校长。现为中国科学院院士、德国马普学会外籍会员、国际人类基因组组织理事、上海市遗传学会理事长、上海市人类学会理事长，以及《基因组研究》等9家国际学术杂志的编委。1999年获教育部“长江学者”(讲座教授)称号，2002年被科技部聘为“973”项目首席科学家，2006年获国家杰出青年基金，2011年入选国家“千人计划”。

主要研究方向为医学遗传学及遗传流行病学、人类群体遗传学和计算生物学。近年来承担了国家自然科学基金委重大项目、国家杰出青年基金项目、国家重点基础研究发展规划项目（973）及上海市科委的多项重大课题。迄今，在包括*Nature*，*Science*，*PNAS*等国际学术刊物上发表了SCI论文280篇，共被引14000次以上。曾获国务院政府特殊津贴、国家自然科学二等奖、何梁何利基金科技进步奖、教育部和上海市科技进步一等奖等奖项，并获得“上海市科技精英”和“优秀学科带头人”称号。

演讲关键词 | 人类　基因　进化　历程　历史

导读

人类是从哪里来的？他们又如何到了世界各地？他们为什么各不相同？中国人与世界上的哪个人种更有亲缘关系？金教授通过深入浅出的讲解，利用人类基因中蕴藏的奥秘给我们带来了一场科学盛宴。下面就让我们一起来听听金教授的解读吧！



解读写在基因中的人类历史

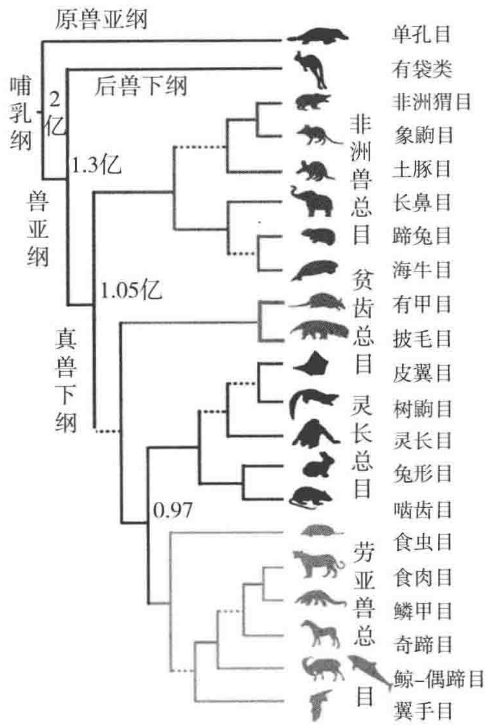
人类花了很多时间想搞清楚：自己究竟是从哪里来的？我们个体之间究竟有什么样的差别？在生物学上，人类最近的“亲戚”是黑猩猩。但是，世界上不同地方的人都长得不一样，有各自的特征。这种特征在我们国家反映出来就是，我们有56个民族。而在整个世界范围里，仅从语言来说，就有成千上万种不同的语言。当然，语言上的相似和遗传上的相似，往往是相互关联的。在东亚地区一共有200多种语言，它可以分为6个不同的语系。最北边的是阿尔泰语系，使用的民族有满族、蒙古族、维吾尔族等；汉藏语系包括汉语、藏语等；苗瑶语系包括苗族、瑶族等民族的语言；侗族、傣族还有泰国人讲的语言属于侗傣语系；南亚语系包括柬埔寨、越南，还有中国的佤族等民族的语言；南岛语系主要包括马来语和太平洋岛上像波利尼西亚、夏威夷这些地方的人讲的话，台湾高山族的原住民讲的话也属于南岛语系。

一、人为什么各不相同

1. 人类起源探秘

研究人类起源有很多方法，最传统的方法就是考古学家或者古人类学家到野外去挖掘骨头或者骨头的化石，然后对形态进行比较研究。

我们知道，人属于哺乳动物。这是哺乳动物的进化图。



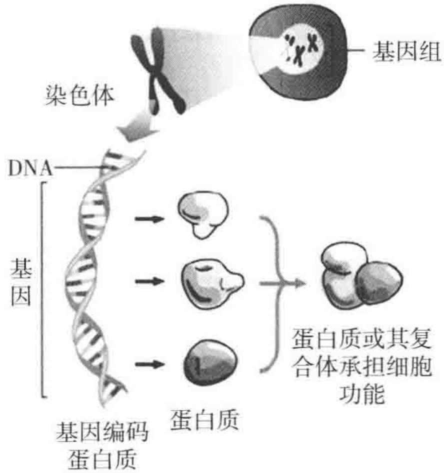
哺乳动物进化图

对于人类演化史的研究，除了考古学、语言学、历史学和人类学之外，在过去几十年中，遗传学成为了很重要的一个方法。我们今天就来看一下，怎样用遗传学来研究人类的进化。

以前的古人类学研究，基本方法是比较形态特征，而现在我们要通过遗传特征的比较来进行研究。二者的差别在于形态特征的界定比较模糊、复杂，而且群体特异性差，而遗传特征则是非常确定的，并且有很好的群体特异性，这样就使得我们能够很容易地追踪人类的进化历程。

用遗传学来研究进化，需要遗传学的工具。每个细胞里都有细胞核，细胞核里有基因组，基因组里有染色体，染色体展开以后包含着DNA，而DNA则包含着基因的密码，用来编码基因，然后给蛋白质合成发出指令，合成各种各样的蛋白质，而这些蛋白质将最终承担细胞的某一种功能。人之所以为人，是因为这些蛋白质在我们的身体里起作用，这些蛋白质的信息来自我们的基因，而基因则回过来包装成染色体，又回到了细胞核里。

2. DNA 帮大忙



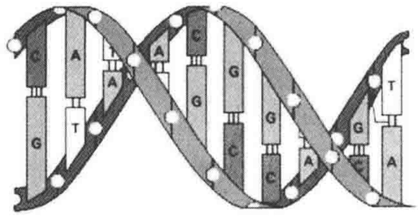
DNA结构

DNA是一个双链结构，它一共有四种碱基。在我们人类的一个细胞里，就有30亿个碱基。DNA双链通过和蛋白质结合，压缩以后就变成了染色体。所以，我们的基因是以染色体的形式在细胞里出现的。人类一共有23对染色体，而每个人都有两套染色体，一套来自父亲，一套来自母亲，加起来有46条染色体。这46条染色体，在每个细胞里有一份。任何一个部位的细胞，无论是眼睛的细胞、肺的细胞、脚趾的细胞，其中的染色体或基因组都是一模一样的。也就是说，在研究基因组的时候，我们从一个人的血液里、头发里或者唾液里，甚至是尿液、粪便里，都可以提取出他的DNA，而得到的结果都是一样的。

对于一个细胞来说，最关键的是细胞核，因为DNA在细胞核里。但是在细胞核外面有一些细胞器，也有DNA，其中之一是线粒体，线粒体是能量的加工厂。在细胞核中的DNA叫核基因组，在线粒体中的叫线粒体DNA，线粒体DNA的基因组要比核基因组小很多。

常染色体和X染色体是核基因组里的，除了这两个染色体之外，还有男性的Y染色体。Y染色体是从父亲传给儿子，再从儿子传给孙子的，所以它可以用来研究父系的遗传。线粒体DNA是母系遗传，是母亲传给女儿，再传给外孙女的，这样一代一代传下去。

如果拿“放大镜”看我们的DNA，我们可以看到碱基和两条链。碱基会发生突变，突变是在细胞复制的时候经常发生的事情。比如原来这里是个G，现在变成一个T了，这就发生了突变。突变造成了什么呢？比如说，我们把没有发生突变的一部分人用粉红色标记，把突变的人用绿色标记，这两群人在染色体的某一点上是不一样的。人类从一个地方出现以后，到了世界各地。我们不知道他们迁徙的路径是什么，我们能够看到的只是刚才说的有各种不同颜色标记的、各种不同突变的人散布在世界各地。我们想通过对这些个体基因组的分析，去推测他们究竟是怎么来的。比如说如果没有突变的话，长颈鹿都是一个颜色的，有了突变以后，长颈鹿有了不同颜色、不同花纹。对于人来说，就是有了不同长相的人。比如说有的人耳垂是垂下来的，有的人就是平的；有的人大拇指是可以弯过来的，有的人是弯不过来的；有的人发际线是尖的，有的人是平的；有的人手指节上有毛，有的人没有。这就是各种各样不同的差别。在DNA水平上，你就可以看见各个位点在每个个体上是不一样的。所以从一个祖先开始，随着时间的推移，突变就慢慢积累起来，变成了现在各不相同的人。



DNA双链

所以，我们现在基本上就可以回到为什么人是各不相同的这个问题了：是因为人的基因组的突变使人类各不相同。

二、直立人是怎么演变来的

那么，如何回答人类是从哪儿来的这个问题呢？刚才提到人类是从东非直立人（匠人）进化而来的，这是毫无争议的，但问题是人类如何从匠人进化而来。这个过程是在什么时候、什么地方发生的，然后又是怎样到了世界各地？这是我们感兴趣的问题。何时何地发生，就是一个“源”——人的起源问题；如何来到世界各地，是和人的迁徙有关，是一个“流”。我们通过遗传学的分析去推测人是怎么来的，就是通过看现代

人的遗传结构去推测他们过去的历史。

直立人最早约200万年前起源于非洲，在距今170多万年前到了世界各地。在中国，云南有元谋猿人，是距今160万年前出现的。还有最著名的就是北京猿人。北京猿人的头盖骨在抗日战争的时候消失了，到现在都找不到，不知道是否还存在。北京猿人出现的时间是距今60万年，所以在东亚土地上，早在很久以前，直立人就已经出现了。

我们知道直立人是来自非洲，而且在距今170多万年前跑出了非洲，到了世界各地——欧洲、亚洲、澳洲……但是我们感兴趣的是，直立人是怎么进化成现代人的？按照原来的**“多地区起源说”**，直立人从非洲到了世界各地，他们各自独立地演化成为了现代人。就是说，非洲的直立人变成了非洲的现代人，欧洲的直立人变成了欧洲的现代人，亚洲的直立人变成了亚洲的现代人。但是20世纪80年代，有些科学家提出这个观点是错的。他们认为，从直立人变成现代人只发生过一次，就是在非洲发生的。170多万年前直立人就走出了非洲，但是他们在世界的其他地方没有变成现代人，只有留在非洲的直立人20万年前变成了现代人，然后在约10万年前他们重新走出了非洲到了世界各地。所以，我们现在这些人都是约10万年前走出非洲的那批非洲现代人的后代，这就是**“非洲起源说”**。这两个假说各有各的证据，但是我们始终搞不懂，为什么非洲那片土地上总是有新的东西出现，而且他们又总是待不住要往外跑。

我们看到，一个是“多地区起源说”，一个是“非洲起源说”，怎么用遗传学的方法去研究，究竟哪个说法是对的呢？可以设计一个很简单的实验：我们去找一个非洲人、一个欧洲人、一个亚洲人、一个澳洲人，看他们之间的差别究竟有多大。因为DNA有通过时间积累的突变，时间越久，突变积累得越多，他们之间的差别就越大。所以比较不同地方的人，只要看他们之间的差别有多少，如果差别很大，就说明分开了很久；如果差别很小，就知道他们是刚刚分开。这个差别多少我们也可以转化成时间来看。如果世界各地的人之间的差别是200万年，那我们就知道“多地区起源说”是对的；如果他们的差别只有20万年，那么“非洲起源说”是对的。这就变成一个很简单的事情，只要对DNA进行测序比较，数一下他们

的差别，就能解决这个看起来很难的问题。

1987年，美国加州大学伯克利分校有一群科学家，对刚才提到的线粒体细胞器进行了研究。他们构建出非洲人和非洲以外的人的进化树，找到了他们的共同祖先，这个共同祖先反映了人和人之间最大的差别。那到底这个差别是200万年还是20万年呢？他们估计这个差别是14.3万年，那么，“多地区起源说”就被否定了。从进化树上还体现出来，最古老的基因现在都分布在非洲，非洲以外的人群，像亚洲人、欧洲人，都是从非洲人的分支演化过来的，这就说明了为什么“非洲起源说”是对的。

这个仅仅是通过母系遗传的线粒体DNA得出的结论，那么，父系遗传怎么样呢？对Y染色体的测定显示，人和人之间最大的基因差距有14.4万年。很明显，这也说明“多地区起源说”是错的。同样地，在Y染色体的进化树中，非洲人是根本的，非洲以外的人是从非洲分出去的，这就说明“非洲起源说”是对的。

可是这里还有一个问题：诚然现在分布在世界各地的大部分人都是非洲人的后代，但是说不定最早从非洲走出来的那批直立人没有完全消失，也许他们之中有些人的后代混到了现代人之中。这样一来，虽然可以肯定“非洲起源说”，但是却还是不能否定“多地区起源说”。

为了弄明白这个问题，我们同样使用了遗传学的方法。首先要找到确定是在非洲发生的突变，比如说用颜色比喻碱基，原先是绿色的碱基，经过突变以后变成了红色，所以在非洲大陆上有些人标注的是绿色的，有些人标注的是红色的，我们找到的这个突变大概是在距今10万年前发生的。200万年以前第一批走出非洲的人肯定是绿色的，而第二批走出非洲的人都是红色的。在这么多标注红色的人里，如果存在一个标注绿色的人，就说明第一批走出非洲的人也有基因掺到了现代人的基因里。

后来，我们找到了一个叫M168的基因，这个基因的野生型在10万年前的非洲突变成了突变型。这就让我们能够在非洲以外的地方去找，如果都是突变型的基因，那“非洲起源说”就是对的，如果有一点点野生型的话，那“多地区起源说”也不错。

为了做这件事，我和我的学生们走遍了东亚各地采集样本，在163个群体里采集了12000多个个体，这些个体分布在中亚、中西伯利亚、中国黑龙江地区、堪察加、东北亚、华北、华南、东南亚、东北印度等地。结果在这些地方的人的基因里，我们看到的都是红色的，没有绿色的。这就说明在200万年前来到东亚的直立人，在现代人出现之前就消失了，他们没有对现代的东亚人有任何的遗传贡献。当时这篇文章发表在*Science*上，我们得出的结论是：从父系遗传的角度看，亚洲的直立人并没有对现存的东亚人群做出贡献，这是支持现代人非洲起源的强有力的遗传学证据。

但是，古人类学家持不同的观点，他们认为从骨骼上看，过去的直立人对于现代人似乎是有贡献的。于是在两年前，他们对于在全世界范围内采集到的4666具头骨进行了系统的分析，可是这些古人类学家也没能发现第二次起源的证据。于是我们得出结论：人类起源于非洲，在非洲之外没有发生过现代人的起源。

三、现代人是如何进入东亚的

按原来的说法他们是从北方进入东亚的，因为史书曾记载我们的祖先是从北方来的。但是史书的记载不过两三千年，即使加上传说也不过5000年的历史，而人类到达东亚却比5000年前要早得多。于是我们不禁要问，现代人究竟是从北方还是从南方进入东亚的?

同样，我们用父系遗传标记Y染色体，取其中的突变点进行研究。我们发现在南方人群中，突变的种类很多，而北方人群的突变种类相对来说很少。而且，北方的突变种类基本上都是从南方的种类变过来的，对于同一种类来说，南方的人群要比北方的人群古老很多。

通过以上观察，我们提出这样的假说：现代人由南向北迁徙进入中国和东亚。估计时间是3万~4万年前，那时从非洲起源的现代人沿着印度洋沿岸到达了东南亚，然后从南大门进入了中国。

1. 化石的证据

中国最早的人类化石可以追溯到170多万年前，在距今4万~10万年间，东亚从来没有发现过人类化石。也就是说，比10万年老的化石很多，距今4万年之后也有很多化石，就距今4万~10万年间没有化石。在这个大断层的前后，化石的形状发生了很大的变化。这样遗传学的证据和化石的证据就相互印证，得出结论：在距今10万年前，在东亚的直立人早已经消失了，直到距今4万年前，现代人从南方进入东亚向北迁徙。

原来教科书上说现代人从北方进入东亚，我们研究的结果改变了对于东亚人群迁徙路线的主流观点，教科书上现在写的迁徙路线都改成了从南方进入东亚。

2. 汉藏人群是从哪里来的

现在我们把时间再推后一点，说距今6000年前的事情。我们提出一个问题：汉藏人群是从哪里来的?

6000年前，农业产生了。我们的祖先原来是以采猎的方式生存的，即采集果子、打猎。农业产生后，由于食物有了保障，便产生了语系、艺术、文化圈，产生了民族。从南方进入中国的人，6000年前在中国内地基本形成了四个大的文化格局。一个是**仰韶文化**，在黄河中游的地方，在地理上叫中原地区；在山东产生了**龙山文化**；在上海一带产生了**河姆渡—良储文化**（我希望大家去参观一下上海历史博物馆，里面有很多玉器反映了当时良储文化的辉煌）；还有湖南、湖北的**大溪文化**，主要是苗族、瑶族的祖先。农业主要产生于仰韶文化和河姆渡文化，仰韶文化产生了小米的农业，河姆渡文化产生了大米的农业，而正是小米和大米为中华民族文化的产生和人群的兴旺提供了基础。

通过DNA分析，我们发现汉藏文化的发源地在中原地区，并且在距今6000年前，汉族的祖先和藏族的祖先开始分开了，汉族的祖先待在原地，藏族的祖先往西、往南走。也就是说，和汉族在遗传学上最相近的就是藏族，也就是所谓的**“汉藏同源”**，在语言上比较汉语和藏语，会发现其中

也是有6000年的差距，所以现在很多研究古汉语的学者认为，只有懂得藏语，才能够真正去了解和研究古汉语。

3. 汉文化是怎样由北向南传播的

汉族在2500年前就统一了中国的北方，问题是汉文化是怎样由北向南传播的？我有一个研究方言的同事，他对为什么南方的方言特别多，而北方的方言却很少这个问题很感兴趣。传统的观点认为，北方人一波一波地跑到了南方，保留了部分当时汉语的语音语调并开始独立演化，不同时候的汉语不一样，造成了南方的方言有很多种。可我的同事不这样认为，他认为，由北方进入南方的只有官员和士兵这些少数的人，南方大多都是原住民。由于北方人掌握政治，所以很多南方人就被同化了要学汉语。但是，南方人学汉语带有自己民族的口音，就学不好，造成了方言。

知道我这个同事的猜想以后，我就说，在遗传学上很容易证明哪个观点正确。我们知道，北方汉族在2000多年前有部分人到了南方，而南方原来住着南方的民族，我们现在就要研究南方汉族，看他们的基因里南方和北方汉族的成分各占多少，如果现在的南方人里北方的成分多的话，就说明当时有很多人由北至南，把基因带过来了；如果现在的南方人里北方的成分很少，那就说明汉文化的扩展采取的是同化的模式。

2500年前，北方汉族迁入南方，南方的民族觉得我打不过你但我可以跑，就往更南方跑，留下的那一群人就成了南方的汉族。对现在南方汉族的成分做分析，发现他们的基因里有大量的北方汉族的贡献，这显然说明由北方向南方有大量的汉族的迁徙。但是在南方汉族的基因中，父系和母系基因中来自北方汉族的贡献是不一样的。在父系基因中，北方汉族的贡献多一些。在母系基因中，对于混合度和纬度做相关分析时发现，越靠近长江的人群，其北方的成分越多；越靠近两广地区的人群，其北方的成分就越少。

在历史记载中，汉族确实曾大规模南迁。复旦大学历史地理研究所对中国人群的流动做了很多系统的研究。研究表明，在东晋、唐末和南宋，汉族进行了三次大规模南迁。可以很明显地看出，在南方汉族的基因中，北方汉族的贡献有一个梯度。

我们实验室在过去12年中，对东亚人群的基因做了很细致的研究，勾画出了一个人群迁徙的途径，而人群的迁徙很大程度上受一个因素的影响——气候。人来自非洲，适合温暖的气候，不喜天冷，尤其是人类的祖先没有衣服穿，他们的活动轨迹和气候有很大关系。在冰川期，也就是距今5万~7万年前，人还没有完全走出非洲，后来天气转暖了他们开始走出非洲，但是基本上都是沿着赤道、海边走。到了末次冰期，也就是第四纪冰期结束之后，气温回到了类似现在这样的气温，农业就产生了，人群就分散了。所以说，人类的活动范围和活动能力在很大程度上受到气候制约。

我们做基因研究，需要很多田野工作——采样，这个过程是既艰苦又快乐的。在过去10年里，我们实验室向国内外派出了50多支采样队伍。2005年，我们对老挝进行了采样，我们的足迹踏过了11个省（老挝一共有15个省），采了35个民族的1554个个体样本。我们动用了汽车、飞机、卡车、拖拉机、大象，到达了这个国家的各个地方。当然，我们采样除了采活人也采死人，为了防止污染，我们穿戴了整套外科手术服。

同时，为了让我们的数据和世界各地的实验室有很好的比对，我们参与了“基因地理组计划”，我们负责的是东亚和东南亚地区的样本采集和分析。

最后，我要感谢我的实验室的老师和同学，在过去十几年中的辛勤工作，一起分享成功的快乐。

与大师对话

学生1： **不知道您有没有看过一部科幻片电影《X战警》，讲述的是人类基因发生突变，有了特异功能的人和没有突变的人发生了一些冲突，影片结尾时说，这可能是人类未来的必然。请问您对这个问题是怎么看的？**

金　力： 预测未来是很难的，我只能说突变是很难发生的，而且只有极少数的突变会带来特异的能力。拥有特异的能力，是希望自己和其他人相比能有更多的生存空间，或是更多的权力。这点有可能会发生，但是我觉得现在的人类和原始的人类有着本质上的差别——我们是生活在社会中的，是受到法律、伦理、道德的约束的，而法律总是要照顾绝大部分个体的利益的，因此即使有一些有特殊能力的人，他们也很难得到更多的权力和资源，除非这些人能够大量繁殖后代，使他们后代的人数超过普通人，不然他们无法和大多数人进行竞争。

学生2： **我发现黑种人嘴唇都很厚，这是为什么呢？还有为什么皮肤黑的人大多数是卷发？**

金　力： 这位同学的观察很仔细。世界上主要有两个地方的人是卷发的，一是赤道附近的非洲人，二是赤道附近的巴布亚新几内亚人。有一个说法是这两个地方的人非常相似，但是最近研究的结果表明，他们还是有相当大的区别的。实际上，很多黑人的嘴唇不仅不厚，有的还很薄，还有的黑人头发不仅不卷，颜色还是金色的。我们所说的肤色，一个含义是本原的肤色，还有一个含义是太阳晒过以后的肤色。本原的肤色是测上臂内侧的

肤色。黄种人本原的肤色是很白的，或者说和白种人相比基本上是相似的，但是黄种人和白种人的差别在于，白种人晒了以后不黑，而黄种人一晒就黑。一晒就黑其实在进化中是一种优势。肤色黑的人只能在赤道附近活动，肤色浅的人在远离赤道的地方活动，黄种人的活动范围非常大，南到赤道，北到北极（如爱斯基摩人），这是因为黄种人的皮肤会根据紫外线的强弱进行深浅调节，这是一个很好的机制。

拓展延伸

1. 人类演化

人类演化指的是智人这个独特物种的起源和演化，这是相对于其他类人猿与胎盘哺乳动物而言。对于人类演化的研究涵盖几个学科，包括体质人类学、灵长类学、考古学、语言学与遗传学。

2. 人类肤色

根据族群的不同，人肤色的变异范围可从深色到近乎白色（白里透红是由皮肤中的血液所造成）。肤色的色调取决于黑色素在皮肤中的含量。一般而言，女性肤色较男性稍浅。

通常祖先源自光照丰富地区的人，拥有较黑的皮肤；祖先源自光照缺乏地区的人，肤色则较浅；对于某些拥有不同光照地区祖先的族群来说，可能会同时包含各种不同深浅的肤色。

3. 黑色素

黑色素共分为两种：一种是呈现红色的，另一种是呈现褐色的，它们的数量取决于基因是否

为显性（一般情况下，它们为不完全显性基因）。同时，吸收紫外线也可将黑色素呈现在皮肤中，因此，晒太阳后皮肤的颜色会变得更深。

在古时，人类分布在不同的地方。由于黑色素的多少与日照时间有着密切的关系，所以在非洲那些日照时间极长的地方，当地人的肤色基本呈黑色。

在亚欧大陆和美洲大陆都能明显看出，生活在纬度越高的地方的人肤色越浅（尽管加拿大原住民和西伯利亚原住民比北欧原住民肤色深）。而非洲最南端的土著人肤色虽然比最北端的阿拉伯人深，但仍然比生活在赤道附近的非洲人要浅。

参考资料

[1]FROST F. Why Do Europeans Have So Many Hair and Eye Colors? [EB/OL]. [2015-08-17]. http://pages.globetrotter. net/peter_frost 61z/European-hair-and-eye-color. htm.

[2]NORTON H，KITTLES R，PARRA E，et al. Genetic Evidence for the Convergent Evolution of Light Skin in Europeans and East Asians[J]. Molecular Biology and Evolution，2006，24（3）：710-722.

[3]李辉，金力.Y染色体与东亚族群演化[M].上海：上海科学技术出版社，2015.

第十一讲

江明　化学创造另一个世界

专家简介



江明：生于1938年，自幼喜爱读书，善于冷静观察、独立思考。1949—1955年就读于扬州中学，在这所百年名校里，他不刻意追求第一、第二名，而是大量阅读课外书，扩大知识面。1955年入读复旦大学，1956年中央提出的“向科学进军！攀登科学高峰！”的口号，最契合江老师的秉性。他仰慕名师，刻苦学习，逐渐养成“切问近思”的学习习惯。1958年提前毕业参与复旦大学化学系高分子专业的建设，后虽历经磨难，但追求学术矢志不渝。1979—1981年在英国利物浦大学做访问研究。回国后在高分子物理化学领域潜心研究数十载，获得一系列重要成果。2005年当选中国科学院院士，2011年获得国家自然科学二等奖等。

演讲关键词 | 化学　高分子材料　可再生能源　纳米粒子

导读

江明院士首先展示了许多大自然中的壮观景象，经过数亿年的进化、发展，大自然最终成为了现在宏伟、磅礴的“上帝”的形象，似乎这一切都是不可超越的。而在化学这门历史并不久远的科学中，化学家们却创造了许多令人惊叹的杰作。正如现代有机合成之父伍德沃德所说的，化学所创造的奇迹完全不亚于“上帝”。江院士又列举了化学造福于人类的例子。小到定向杀死癌细胞的纳米药剂（现在还处于试验阶段），大到全世界都在使用的塑料、建筑材料等，化学都在其中发挥了很重要的作用。化学家们还将微观世界里的小分子“自组装”在一起，形成了日常生活中为我们带来极大便利的材料。可以说，在高分子世界里，“上帝”已经被完全超越了。然而，“上帝”又向人类发起了新一轮的挑战——“能源危机”“环境污染”等问题都在困扰着我们。化学将会一如既往地处理这些棘手的问题，变废为宝，开发可再生能源，应对“上帝”的挑战。

化学创造另一个世界

一、世界是“上帝”创造的吗

我先说明一下，我提的“上帝”，不是指宗教色彩的“上帝”，而是指自然界。

让我们想象一下夜晚的天空，那是满天都是星斗的图景。在我小时候，这样的图景家里的庭院里就能看到，但是，目前在很多城市很难看到了。原因有两个：①空气被污染导致能见度降低；②如今，城市夜晚的光照强度太大，把天空星星的光芒都掩没了。然而如果有机会去乡间，去偏僻的山区，到了夜晚，我们依然能看到满天都是星星的图景。夜晚的星空不会因为我们看不到就不存在了，它始终存在着。如果我们用高倍的天文望远镜向天空望去，在很多光年外的遥远空间，存在着更多星系，用高科技望远镜可以拍摄它的图像，但人类依靠自身的力量还很难到达遥远的星空。再说，走出上海，去几百千米以外的浙江山区，我们就能看到原始森林，树龄几百年、上千年的树还在那里默默地生长着。不过，如果我们往北方走，到陕西、甘肃，那里是大片的黄土高原；更远的北极、南极有大片冰川；再回到离我们较近的地



美丽的大自然

方——祖国的黄河、长江，我们看到长江三峡地貌，河水滔滔向东流；我们还可以看到美妙的海底世界；地球上还生活了很多野生动物，成群的斑马或野牛……所有的一切，都一直存在于宇宙中。

所有的一切都是从哪里来的？这个问题很难回答。人类自有文明以来，就始终在探索我从哪里来、世界从哪里来、宇宙从哪里来等问题。直到现在，人类都没有非常完整的答案。科学家说，宇宙是从大爆炸来的，物种是进化而来的……但是，这些问题远远没有穷尽。因此，人们常常会说，这个世界是“上帝”创造的，因为在人类生活在地球上很多年以前，这个世界已经存在了。“上帝”创造世界的这个说法，并不意味着我们是有神论者或相信宗教，这是因为世界是固有的，原来就有的，远在我们人类诞生以前就有了。而这个世界是如此丰富，如此浩大，人类造不出来，因此想到“上帝”。但是，如果我们仅仅靠这样的世界，我们现在的生活状况就是远古人的生活，没有钢筋、混凝土，就没有现代建筑，我们就会像远古人那样生活在洞穴中；没有播种技术，就无法生产足够的粮食，我们就会像远古人那样无法获得足够的食物。我相信大家都不愿意回到远古人的世界。

二、化学是如何创造另一个世界的

美国有机化学家、现代有机合成之父伍德沃德曾经说过：“在‘上帝’**创造的自然界旁边，化学家又创造了另一个世界。**”化学是如何创造另一个世界的呢？

大家知道，在东南亚、在我国的海南岛有一种宝贵的天然树种——橡胶树。橡胶树非常独特，可以说是“上帝的馈赠”。如果在树干上划一道口，就会流出很多像牛奶的白色乳液，这种乳液能做成富有弹性的橡胶，橡胶是现代生活中不可或缺的特殊材料。在第二次世界大战期间，日本人为了取胜，以掠

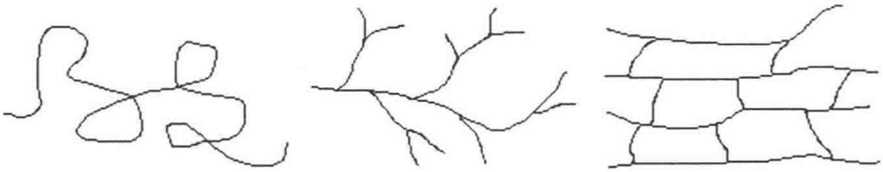


橡胶树

夺橡胶资源为战略目标，把战火燃到东南亚国家，把战线拉得很长，结果惨败。可见，橡胶是极其宝贵的资源。但是，人类需要橡胶的量太多，仅靠橡胶树无法满足人类的需求。化学家们就解决了这个难题——化学合成橡胶。化学家们通过精炼、裂解等步骤把石油变成了石油气（各种各样的化学气体的混合物），再把石油气中“异戊二烯”这种小分子气体分离出来，加入催化剂，这样小分子就会联成大分子，叫聚异戊二烯，这就制造出了合成橡胶。合成橡胶有跟天然橡胶一样的性质和化学结构，它的诞生证明了“上帝能做的事情，人类也能做到”，这也是高分子学科建立之初最富标志性的成果，这是七十多年前的事了。在这之后的很多年，不仅仅是橡胶，还有其他很多物质也可以通过化学合成获得了。乙烯是一种很轻的气体，它本身没多大用途，但高分子化学家通过加入催化剂后，把乙烯变成了高分子物质聚乙烯，聚乙烯不再是气体，它有很多用途，可以制成各种塑料、建筑材料、薄膜（如食品袋薄膜）等。小分子物质苯乙烯也可以变成高分子物质聚苯乙烯等，因此，**高分子化学是创造“另一个世界”最重要的科学领域**。

人类利用天然高分子已有数千年。例如，蚕丝是天然纤维，可以加工成织物，制成衣服等。早在汉代，我国就已经使用了丝绸。然而至20世纪初，化学研究的对象都是小分子。化学家们研究高分子只有不到100年的历史。高分子局部的化学结构与小分子无异，但它们是由很多小分子连起来的，大多类似于“线团”的形状，这个“线团”非常柔软，科学家们称之为“无规线团”。不过，高分子链有不同程度的柔顺性，它可以是“线团”，也可以近似于直线，呈刚性，这取决于用什么样的小分子物质来合成。现在，我们可以用先进的原子力显微镜直接观察到放大的单个高分子链了。目前的技术不仅可以合成“线团”形态的高分子，还可以合成其他各种形态的高分子，如支化结构、梯状结构等。链在外力作用下会被拉伸，“线团”会被拉直，这正是橡胶弹性的根源。不仅可以用同一种小分子合成高分子——均聚物，还可以用不同的几种小分子合成高分子——共聚物，这些都可以用原子力显微镜直接观察到。化学家们创造的高分子世界是十分丰富多彩的，这里列举的是很少的例子，如各种各样的薄膜材料（如聚乙烯）、各种各样的纤维材料（如尼龙）等。尼龙类的高分子材料中的一种——凯夫拉纤维的强度极

高，可以做成防弹衣，警察、武警等保卫工作者在执行危险使命的时候穿的防弹衣。如今，人们创造的“高分子世界”已经使得“上帝”望尘莫及！



(a) 线型　　(b) 支化型　　(c) 梯型

高分子局部的化学结构

三、“上帝”的挑战

然而，“上帝”不堪寂寞，向人类提出新的挑战。

1. 能源危机

目前我们使用的大多数燃料是化石燃料（煤、石油、天然气）。据有关部门预测，按目前的开采速度，石油将在30~40年内枯竭，天然气将在50~60年内枯竭，人类有煤可用的日子不超过200年，这是非常可怕的前景，是人类面临的最重大的挑战。如何应对能源危机是摆在我们面前的重要问题。当然，无论有没有办法解决能源危机，我们都要从我做起，节约能源。每天，我们在学校门口都能看到接送孩子的汽车排成长队，大家坐在车上的时候有没有想过，我们正在过度地消耗着能源？如果骑自行车或步行，既可以锻炼身体，又可以节约能源。

2. 环境污染

这是一个世界性的问题。有统计称我国七大水系和众多湖泊均遭受了污染，一半以上被严重污染，三成水体已失去使用功能。大气污染也非常严重，雾霾天气经常笼罩在我们的上方。环境污染造成的经济损失约占GDP的15%。这种状况如果任其发展下去，后果极其可怕。污染的来源大多是人类自己制造的化学品，为了防止环境污染，是否需要停止化学品的制造呢？如

果停止化学生产，几个月或几年后我们就会碰到极其严峻的窘境：我们没有煤气或天然气用于烹饪，洗澡时没有沐浴露或香皂，没有清洁的饮用水（生活用水是经过化学方法净化处理的）等等，生活都很难继续下去。



大气污染



水体污染

那么，迎接这些“挑战”的路在何方？要靠先进的化学方法开发新能源，治理环境。如获取可再生新能源——太阳能、风能、水能、生物能等。最有前景的是太阳能，用光化学催化这种有效的化学方法治理环境污染，将有害物质（如甲醛、苯、二噁英等）转化为有用物质和无毒物质，或者吸附有毒物质，不让它们扩散。在能源方面最有希望的是通过先进的化学方法，利用水作为新能源的原料。水本身没有可燃性，但它在太阳光的照射下并使用恰当的催化剂，可以分解得到可燃性气体氢气，氢气可以用于烹饪，也可以用作汽车、飞机等的燃料，氢气燃烧后又变回水，是最清洁的化学燃料，不会造成环境污染。但是如何把氢气安全运送到家里的燃气灶、汽车、飞机等任何需要使用它的地方呢？这是一个非常困难的问题。因为氢气非常轻，运输的成本很高，如果家用煤气罐装满常温常压下的氢气，只有几克重量，效率太低了。因此，亟须寻找方便储存氢气的方法：一种方法是高压压缩氢气（物理方法），但高压需要消耗能量且比较危险；还有一种办法是将氢气冷却到-253℃，使氢气液化，液氢的储存和运输的效率高多了，但氢气液化成本高，能量损失大；先进的化学方法是将氢气储藏在内部有很多空洞的碱类氢化物中，需要时将氢气释放出来，这是非常理想的方法，但目前还只在实验室的试验阶段；另外，碳纳米管等材料用于氢气的储存，也是很有希望的途径。因此，我们没有必要担忧几十年后没有石油、天然气、煤，化学家们会提供很多新的办法开发新能源。**化学家创造的“另一个世界”虽然存在很多问题，但这些问题的解决还是要靠化学。**

四、化学有趣吗

1. 化学有趣吗

相信大家已经有答案了，化学很有趣。化学家们能把地下黑乎乎的石油经提炼、分离后，变成很多有用的东西，如丰富多彩的塑料、用途广泛的薄膜、能制造防弹衣的高强度合成纤维、汽油、石蜡油、煤油、马路上的沥青等。正因为化学这么有价值，引人入胜，几十年来，我沉浸于化学研究上，乐此不疲。

2. 化学危险吗

这个问题大家可能更关心，特别是你们的父母。因为媒体经常报道一些与化学有关的事件，如化工厂爆炸。我们很少听说某个食品厂爆炸或某个屠宰场爆炸，所以大家觉得化学很危险。很多化学反应确实有危险，如氢气和氧气在一定浓度范围内遇火瞬间爆炸。自化学诞生数百年以来，前辈化学家在探索和认识化学是否有危险性的道路上做出了很多牺牲。但积累到今天，应该说化学学科主要的危险性已经被人们所认知，化学家们对哪些化学品有毒及毒性的最低限量，哪些化学物质放在一起会爆炸，哪些化学品易燃烧等问题，已经研究清楚。因此，只要你遵循化学规律进行学习、工作、研究或生产，是不会产生危险的。大家所看到的化工厂爆炸的这些报道，大多数是因为没有遵循化学规律造成的，完全可以避免。同样，只要适当地注意，按规矩办事，也就不会发生任何化学有毒物引起的问题。我所在的复旦大学高分子科学系1958年就成立了，在这个系工作的老师前后共一百多位，很多老师已经退休，最年长的97岁（是我的老师，现在生活还能自理），一百多位老师目前只有很少几位老师过世了，这足以证明化学不是那么危险、可怕的。所以，对化学有兴趣但暂时还没有得到家长支持的同学，希望你们不要气馁，要坚持自己的兴趣。

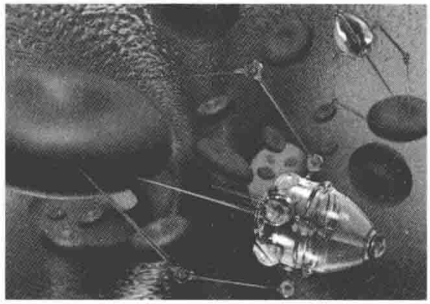
五、高分子材料的发展有尽头吗

我们已经制造了各种各样满足我们建设和生活要求的材料（如塑料、

橡胶、纤维等），那么高分子材料是不是已经走到尽头了？我的回答是：不，高分子材料的发展前途是一片光明的。

1. 满足人体健康的需求

满足我们人体健康需求（生物医药）是高分子学科大有作为的研究领域。人们骨头受了损伤，传统的做法是在损伤部位打钢钉固定，到愈合以后还要把钢钉取出来，是非常痛苦的一件事情。如今已可以制造与钢钉一样强度的可降解高分子材料，能在人体内慢慢降解，被人体组织吸收，就不用再取出来。治疗心血管病、心肌梗死，可以通过做一种高分子材料制成的可降解支架打通血管，不仅可以避免脂肪在传统支架上再沉积，而且一段时间后，高分子材料制成的支架能逐渐被人体吸收。化疗是癌症患者最常见的治疗方法之一。化疗就是将化学药物注入人体内，杀死癌细胞，但是，在杀死癌细胞的同时，好细胞也被杀死了，人体会受到很大的损伤。癌细胞一般只存在于身体内的某个器官里，在人体内占的比例很小，但由于用的药量很大，身体其他部位也会受到损伤。因此，高分子科学家在治疗癌症领域也有用武之地，比如说用非常小的纳米粒子包裹药物，通过血液注射或口服进入人体，这些纳米粒子有靶向性，在粒子表面有专门能找到癌细胞的特有的化学物质，并且这些纳米粒子有缓释性，即到达癌细胞后慢慢地将药物释放出来，这样几天或一周用一次药就可以达到效果。以上例子有些已经实现，有些还有很长的路要走。不论怎样，高分子材料在生物医药领域的发展空间是无可限量的。



高分子材料支架

2. 光电材料的发展

高分子在光电材料方面的发展也是重要的研究领域。发光器件，电脑、手机屏幕，锂电池、太阳能电池等的发展都依靠高分子材料的进一步研究和开发。因此，高分子材料的发展是没有尽头的。

与大师对话

学生1： 我对元素周期表有一点了解，化学元素是有限的吗？如果有限的话，目前世界上的元素是否全部被发现了呢？

江　明： 很有趣的一个问题，应该说构成物质世界的主要化学元素已经全部被发现，但是，现在不断有新元素被发现，这些新元素在特殊条件下才能产生，由研究核物理的科学家在特别的物理装置内所获得。这些元素的寿命是非常短的，对于我们构建物质世界来说，目前没有什么作用。有用的化学元素已经搞清楚了。

学生2： 我们知道，金属在火焰上燃烧后有焰色反应，从微观角度来讲，这个反应的实质是什么？

江　明： 这个问题我没有深入研究过，可能无法给你非常准确的回答。从一般概念讲，不同的颜色就是不同的能量，当金属或金属盐燃烧时，金属外围电子被激发，激发状态和基态之间有能量差。电子回到基态时，能量差越大，波长越短，发光为紫色或蓝色；能量差越小，波长越长，颜色为红色或橙色。

拓展延伸

1. 高分子材料

高分子材料也称为聚合物材料，是以高分子化合物为基体，再配上其他添加剂（助剂）所构成的材料。高分子材料按来源分为天然高分子材料和合成高分子材料。天然高分子材料是存在于动物、植物及生物体内的高分子物质，可分为天然纤维、天然树脂、天然橡胶、动物胶等。合成高分子材料

主要是指塑料、合成橡胶和合成纤维三大合成材料，此外还包括胶黏剂、涂料以及各种功能性高分子材料。合成高分子材料具有天然高分子材料所没有的或较为优越的性能——较小的密度、较高的力学性能、耐磨性、耐腐蚀性、电绝缘性等。

2. 纳米材料

纳米材料是指在三维空间中至少有一维处于纳米尺度范围（1~100nm）或由它们作为基本单元构成的材料，这相当于10~100个原子紧密排列在一起的尺度。

如果采用纳米技术来构筑电子计算机的器件，那么这种未来的计算机将是一种“分子计算机”，其袖珍的程度远非今天的计算机可比，而且在节约材料和能源上也将给社会带来十分可观的效益。存储容量为目前芯片上千倍的纳米材料级存储器芯片已投入生产。计算机在普遍采用纳米材料后，可以缩小成为“掌上电脑”。

参考资料

[1]董炎明. 奇妙的高分子世界[M]. 北京：化学工业出版社，2012.

[2]潘祖仁. 高分子化学[M]. 北京：化学工业出版社，2014.

[3]弗兰柯，怀特塞兹.见微知著：纳米科学[M].曾杰，等，译.合肥：中国科学技术大学出版社，2014.

第十二讲

麻生明 与我们息息相关的化学

专家简介



麻生明：中国科学院院士、博士生导师。2003年获全国留学回国人员成就奖。自1997年担任金属有机开放实验室主任以来，团结全室人员，保持并发扬过去的传统，实验室两次（1999年、2004年）被评为全国A类实验室，2001年升级为国家重点实验室，2004年，实验室和他本人被评为“国家重点实验室先进集体和个人”。他注重与海内外科学家的合作，推动了中国金属有机化学的发展。在国际一流杂志上发表论文150余篇。

演讲关键词 | 化学　人类生活　光合作用　合成氨技术　人类健康　兴趣

导读

麻教授用通俗易懂的方式向我们介绍了化学。麻教授将“化学”的英文“chemistry”拆成了“chem is try”，由此告诉我们，化学其实并不深奥，而是很贴近生活的一门学科。例如，太阳能这种可再生能源已经在我们生活中越来越普及了，太阳能车、太阳能热水器、太阳能发电等都是将太阳光转化为能源；在自然界中，太阳能也得到了利用，例如植物的光合作用。“化学与人类健康”这一部分，使我们了解化学对医学、对人体健康方面做出的贡献。例如“磺胺药”“手性药物”等，就连中医和西医的治疗理论都可以用化学来解释。化学与许多领域都有关系，例如航天、医药等。

与我们息息相关的化学

一、什么是化学

化学是一门很有意思的科学。大家知道“chemistry”表示“化学”，如果把“chemistry”拆开，前面的“chem”代表“化学”，我们一般简写的时候，就将化学写为“chem.”，中间是“is”，连起来就是“Chem is try”（这里try要名词化）。因此，化学是一门试探的科学，是研究物质的性质和变化的科学。

物质有两种类型，一种是自然界中已经存在的，另一种是由人类创造的。大家身上所穿的棉制衣服，这些棉制品都是天然棉花经过加工而来，如果不加工，衣服的外形就不美观，颜色就不鲜艳（大多数女孩都喜欢穿靓丽的衣服），这些绚丽多彩的颜色都和化学相关。化学家们在实验室里通过很多化学实验合成自然界中没有的物质。

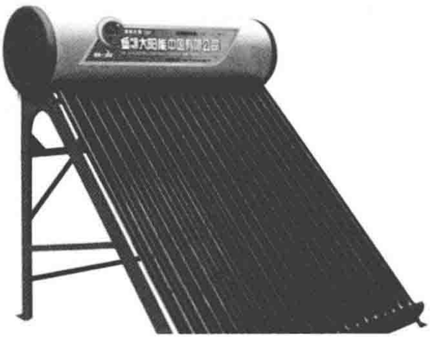
二、化学与我们究竟有着怎样的关系

1. 化学与人类生活

（1）太阳能的利用

人类是怎样利用太阳能的呢？大家知道太阳能汽车吗？太阳能汽车上

都是太阳能电池板，阳光照射到这些电池板上，可以把太阳能转化成电能，这样就可以驱动汽车的行驶。有些人甚至希望汽车接收太阳能后，如果给汽车加双翅膀，那么汽车就飞起来了。大家见过太阳能热水器吗？在农村，太阳能热水器是很常见的，它可以架在屋顶上面，特别是夏天，当阳光充足的时候，它可以提供用来洗澡的热水。目前，人类已经在很多领域学会利用太阳能，但还需要我们不断地进一步开发利用太阳能。

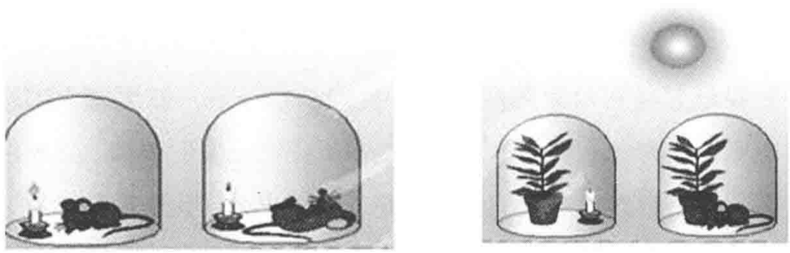


太阳能热水器

自然界是怎样利用太阳能的呢？我们设想一下，如果把太阳遮住，那么自然界会成为什么样？这可能是很多人无法想象的事情。正是由于太阳的存在，由于自然界对太阳能的利用，由于**光合作用**所有的生物才能生存。在自然界中，光合作用有一个非常有特色的任务——产生氧气，我们大家都知道，人类呼吸离不开氧气，而植物的光合作用会产生氧气。氧气在人体内是通过血红蛋白运载的，血红蛋白是一种含铁的络合物，如果人体中血红蛋白全部死亡，就没有输送氧气的能力了（我们经常在网上看到的氰化钾是一种剧毒物质，氰化钾会让人瞬间致命，原因就是氰根可以将血红蛋白破坏，让这个络合物丧失运输氧气的功能）。还有一个非常有意思的现象，人吸进去的是氧气，呼出来的是二氧化碳，而二氧化碳刚好是植物光合作用所需的一种原料（光合作用所需的两种原料是水和二氧化碳）。因此，人和植物之间是相辅相成的，这就是人与自然能够和谐相处的原因，假如把所有植物都砍光，地球上可能很快就没有氧气了，人类就无法生存。

英国科学家普利斯特列（Priestley，1733—1804年）设计了有名的**钟罩实验**，证明了光合作用的存在，他当时的实验室至今在英国还保留着。钟罩实验的主要过程是：钟罩和底下的水平面一起形成了一个密闭空间，在短时间内密闭空间内有氧气，假如在里面放一只健康的老鼠，不久之后

老鼠逐渐昏迷，直至死亡。这是为什么呢？因为这是一个隔绝的体系，在这个体系中，老鼠的呼吸作用把氧气耗尽，没有氧气老鼠显然不能存活。如果将老鼠换成一支燃烧的蜡烛，一段时间后，蜡烛就熄灭了，原因也是氧气的耗尽。普利斯特列认为对实验进行改进，在钟罩内养一种植物，再点燃一支蜡烛，蜡烛燃烧产生的二氧化碳和水经过植物的光合作用又转化为氧气，如果这两个变化的速度均衡，蜡烛就可以持续燃烧，植物同样也能存活。同样地，假设把老鼠放在有植物和水的钟罩内，如果老鼠呼吸作用产生的二氧化碳和植物光合作用产生的氧气速度均衡，那么老鼠和植物都能和谐共存。光合作用的情况比较复杂，人们还在不断探索中。



实验一　　　　实验二

钟罩实验

我们每天都要饮用水。很多孩子不愿意喝白开水，更喜欢喝碳酸类饮料，因为水没有味道，饮料有各种口味。其实，各种饮料的主要成分是水，只是添加了少量的调味剂和其他添加剂。水经过光照，通过**光反应**就产生氧气，光合作用就是这样产生氧气的。光合作用的过程中有一种循环叫**卡尔文循环**，这是**暗反应**的循环，不论是否有光，都可以发生反应，在卡尔文循环里有着奇妙的化学反应，这个反应像接龙一样，前一步反应的生成物恰好是下一步反应的反应物。（这个循环就像接力赛跑，一位运动员把接力棒交给第二位运动员，第二位运动员拿着接力棒继续跑，再把接力棒交给第三位运动员）整个过程可以简化为：水和二氧化碳经过光合作用，变成氧气和葡萄糖，这就是一个简化的在叶绿体里面发生的光合作用。二氧化碳和水可以用世界通用的化学语言——分子式表示：二氧化碳——CO_2；水——H_2O。

（2）合成氨技术

有一句唐诗："四海无闲田，农夫犹饿死。"自然界里已经有光合作用了，光合作用和少部分的细菌，为我们地球上的生物提供了食物保障，人为什么还会饿死呢？怎样在"四海无闲田，农夫犹饿死"的情况下保障粮食的供应？目前全世界人口的总量不断增加，所以我们需要一些人工手段来解决人类的温饱问题（这可能有很多社会管理方面的问题），比如合**成氨技术**。去过农村的同学可能都见过肥料，如碳酸氢铵、碳酸铵、氨水等，这些肥料可以用来增加粮食的产量。氨气是制作肥料的原料，由氮气和氢气在一定条件下反应获得的，一个氨气分子是由一个氮原子和三个氢原子构成的（氨气分子式是NH_3）。空气中含有大量氮气（体积比例约占78%），因此，有些科学家认为，把氮气和氢气放在一起就可以生成氨气，在这个理念的指导下，很多人不断地投身到合成氨的研究中去。1795年，曾有人试图在常压下进行氨气的合成实验，但是，常压下无法合成氨气；有人在50个大气压下进行实验，还是无法合成氨气；1900年，法国化学家通过理论计算，认为氮气和氢气在高压条件下可以直接化合生成氨，最后因为压力过大，而发生了爆炸，把实验容器炸毁了，于是他就没有继续进行实验；德国化学家弗里茨・哈伯（F.Haber）发现，需要在600℃的高温，200个大气压的条件下，用铁的一种化合物作为催化剂，最终才能以8%的产率得到氨气。尽管只有8%的产率，但对于科学研究来说，已经是一个从"0"到"1"的突破了。1912年，德国巴登苯胺纯碱公司的化工专家卡尔・博施（Carl Bosch）建成了世界上第一座合成氨工厂，当时合成氨的方法是用铁做催化剂，但是产量却可以达到日产30吨。目前，国内依然有人在用高压塔合成氨，存在一定的危险性。

假如没有合成氨的技术，很多人会饿死，所以这被称为20世纪最伟大的发明之一。很多人由于研究合成氨而获得了诺贝尔化学奖：1918年，弗里茨・哈伯获奖，他的贡献就是用氮气和氢气合成氨气；卡尔・博施由于改进了合成氨的反应方法获奖；2007年，格哈德・埃特尔因研究化学反应机理以及表面化学所做的贡献而获奖。当然，目前还有很多人从事着与合

成氨相关的科学研究。

2. 化学与人类健康

化学与人类的健康有着密切的关系。西医与化学是紧密相关的，西药基本都是建立在化学小分子药物的基础上的。1900年，人类的平均寿命只有47岁；现在，人的平均寿命是75岁，原因就是人类发明了很多小分子药物。

（1）药是怎么发明的

我们具体看看**磺胺药**的发明过程。磺胺药是一种常用的抗菌消炎药，它有很多种类。为什么磺胺药有那么多种类呢？因为人体使用一种药物到一定程度后，会产生抗药性，这时就需要对这种药物的结构稍微改变一下，使它发挥药效，所以磺胺药有庞大的家族。在磺胺药问世之前，西医对于炎症，尤其对流行性脑膜炎、肺炎、败血症等疾病基本无药可施，就像现在对于癌症一样。1904年，德国科学家保罗·埃尔利希（P.Ehrlich）发现给细菌染色（使细菌能够看得见，以便做显微镜检查）时某些染料能够杀死细菌，他意识到这种染料可以把细菌杀死，也许可以用来治病。1932年，德国化学家弗里茨·米奇（Friz Mietzsch）合成了一种化合物“百浪多息”，提供了一种可以将材料染成红色的技术。在随后的3年中，德国生物化学家多马克（G·Domagk）在试验偶氮染料过程中发现，“百浪多息”对感染了溶血性链球菌的小白鼠具有很好的疗效，后来他又用兔、狗做实验，获得了成功。这时，弗里茨·米奇的女儿因手被刺破引起感染诱发败血症，多方医治无效。多马克刚好有这种药，虽然之前并没有给人进行过实验，但由于当时女孩已经奄奄一息了，他只能死马当活马医，结果女孩奇迹般地被救活了。就这样，磺胺类药物被发现了，“百浪多息”是磺胺类药物中第一个问世的药物。

还有一类药物叫**手性药物**。什么叫手性呢？大家把手伸出来，双手相合可以完全重叠，但想让两只手手心对手背地重叠是不可能的。类似于双手相合的重叠在化学里称之为**镜像重叠**，如果我们在两只手之间放一面镜

子，一只手在镜子里成的像就像另一只手，这就叫镜像重叠。左手能干的事情右手干不了，右手能干的事情左手也干不了，这种现象在化学里叫手性。自然界中这种现象非常多，海螺的螺纹有顺时针方向的，也有逆时针方向的；爬藤植物，有些往左边爬，有些往右边爬；螺旋状细菌，也存在左旋或者右旋的现象；DNA有双螺旋结构；等等。物理学也有这样一种现象存在。因此，一旦分子里含有我们并不知道的手性分子，就可能导致很严重的事故。“反应停事件”是发生在欧洲的一个很知名的事件。在“反应停事件”中，药物的主要成分是一对手性的分子，两种分子看起来跟我们的左手和右手一样，在它们中间放镜子，左边刚好可以投影到右边，所以这两种分子也是互为镜像，但不能重叠。当我们把这两种分子合成出来时，如果我们把起作用的分子叫做**左手化合物**，另一个就叫做**右手化合物**。然而这个药物只有左手化合物有镇静作用，而右手化合物会导致胎儿畸形。在这个药物推出的时候，人们不知道只有左手化合物起作用，人们合成出来的药物都含有左手化合物和右手化合物两种物质。当时很多刚出生的小孩肢体不全，就是右手化合物所造成的，所以我们只要取出一半，即只要取出左手化合物，药物就可以起到很好的镇静作用。“反应停事件”是历史上有着惨痛教训的一个事件。药物中不同的分子都是通过化学方法合成的，由此可见，化学与医学有着密切的联系。

（2）中国化学家对医药到底有没有贡献

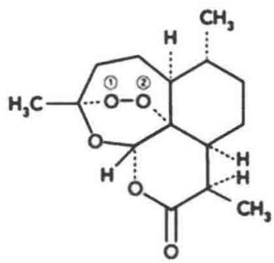
这个问题的答案是：有，但不多。大多数西药都是外国人发明的，中国化学家的主要贡献是发明中药。中药里真正起作用的有效成分也是化合物，我们要研究中药中起关键作用的是哪种化合物。我们来谈谈**炼丹术**。历史上有的皇帝为了求长生不老，就请一些人炼“仙丹”，这些“仙丹”的样子像一颗颗药丸，炼成以后，皇帝不管这些“仙丹”是否含有重金属（有毒）就吞下去了，重金属被他们吃进去后，很多皇帝不仅没有延寿，反而折寿了。炼丹术和化学的发展有着密切关系。中国早期的化学家葛洪，他主要从事炼丹采药工作，还写了一些书。杭州西湖边上的保俶山上有一座抱朴道院，他当年就是在抱朴道院采药炼丹的，这个地方现在叫葛

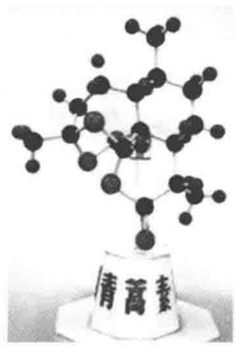
岭（又名葛坞）。

一些古典的药书（如《本草纲目》）都记载着青蒿可以作为药材入药。那么为什么会发现青蒿素？在越南战争时，越南的丛林里有很多老鼠，老鼠会传播疟疾，所以部队里有很大一部分伤亡来自疟疾。周恩来总理下达了一个代号为“523”的任务，要求军事医学科学院研制出一种抗疟疾的药。科学家们翻阅古籍，发现青蒿这种草可以入药，用来治疗疟疾，但并不知道这种草治疗疟疾的有效成分是什么。当代药学家屠呦呦用化学方法发现了青蒿素为治疗疟疾的有效成分，她用一种叫乙醚的化合物，在常温下就可以提取青蒿素晶体。2011年，屠呦呦获得了拉斯克奖。[①]有关青蒿素治疗疟疾的文献在《科学通报》《化学学报》《中国科学》等刊物上都有记载。



青蒿





青蒿素

（3）什么是化学结构

如同给人拍照一样，将这个人的形象记录下来，通过化学方法把化合物的结构弄清，就相当于给这种化合物“拍照”。但是，我国大多数青蒿类的植物是无药效的，只有少数地区生长的青蒿类植物有效。化学家们就想办法人工合成青蒿素，这样就可以不用从自然界中采药了。1982年，瑞士罗氏公司完成了青蒿素的全合成；1983年，我国完成了青蒿素的全合成。青蒿素不溶于水，用传统熬煮的方法无法提取。科学家们认为，也许

① 编者注：2015年10月，屠呦呦荣获诺贝尔生理学或医学奖。

将青蒿这种植物晒成干、磨成粉、制成胶囊后，直接吞服效果会相对好一些，但是，青蒿素在油里的溶解度也不高，如果直接吞服，效果可能同样较差。因此化学家们对青蒿素的结构进行了改进，合成了一种叫**蒿甲醚**的化合物。蒿甲醚是一种非常漂亮的晶体，这种化合物对抗疟疾非常有效，但是，它仅在短时间内对抗疟疾有效，所以还需要另一种药加以辅助。后来，科学家们又发现了复方蒿甲醚，加上本芴醇就组成复方蒿甲醚，从而起到更有效治疗疟疾的作用。

三、学化学有用吗

化学与很多领域都有关。同学们可能比较关注航天，不论是人造卫星还是我们长征系列的火箭，关键是火箭发动机。右图是一个比较原始的火箭发动机，原理是把两种化合物放在一起反应，从而产生大量的气体，气体从火箭的尾部喷出，产生反向推力，就可以将火箭推上天。世界上著名的运载火箭，美国有宇宙神、大力神、德尔塔、土星-V等；俄罗斯也有东方号、质子号、能源号等；欧洲有阿里安运载火箭；日本有H系列的火箭；韩国到目前为止还没有成功发射过火箭，所以韩国的火箭在世界上还没有受到关注；我国的长征系列火箭比较成功，是世界上广泛认可的一个系列。



原始的火箭发动机

火箭发动机的动力之源是化学推进剂。化学推进剂由两种化学物质组成，一种是燃料，另一种是自带的氧化剂。把它们放在一起产生化学反应，从而能够产生气体，用以产生动力。化学推进剂主要分为两类：一类是固体推进剂，另一类是液体推进剂。神舟飞船探月计划，包括轨道的调控，都是通过化学推进器来完成的。宇航服也是用化学的方法合成的，是一种高分子材料。

刚才我们说过，合成氨是由氮气和氢气两种物质在一定条件下化合成的一种物质——氨气；火箭发射却需要把一种化合物在一定条件下分解成

两种物质——氮气和氢气，而这种化合物含有氮元素和氢元素，是联氨。氨气和联氨都是由氮元素和氢元素组成的，氨气的分子式是NH_3，联氨的分子式是N_2H_4，由于它们原子个数和结构不同，因而具有不同的性质和用途，这就是化学的奇妙之处。

可能你会问：**我将来有没有能力从事有关化学的工作？**2005年的诺贝尔化学奖授予了法国石油研究所的伊夫·肖万、美国麻省理工学院的理查德·施罗克和加州理工大学的罗伯特·格拉布，他们由于在烯烃复分解方面做的工作而获得了诺贝尔化学奖。伊夫·肖万获奖后写了一篇文章，叫《烯烃复分解的故事》，在文章中，他说：“非常坦率地告诉你，即使在化学的学校里，我也并不自认为自己是一个非常聪明的学生。”这说明从事化学工作并不需要太聪明，智力一般的人也可以从事化学研究。他的座右铭是：如果你想找到新的东西，那么你就要去寻找新的东西。

你对化学感兴趣吗？一提到化学，可能同学们的第一反应就是哪些地方臭，哪些地方被污染了，其实，只要合理应用和管理妥当，化学污染是不会成为问题的。只要不过多地破坏自然界，自然界和人类就可以和谐相处。伊夫·肖万在文章中提到，烯烃复分解就如同在舞会上交换舞伴的过程，化学中充满着奇妙的时刻，他对化学非常感兴趣。

像所有科学一样，化学是非常有意思的学科，科学并不枯燥。

与大师对话

学生1：请教老师两个问题：一是像您所说的，在医学方面，化学药品的发现使得炎症得到了控制，物理疗法有搭脉、针灸等，这是中医方面的疗法，而化学疗法就是吃西药。虽然西药比中药疗效快，但是，西药有很多副作用。二是在发射导弹时，虽然涉及很多化学的内容，但是如果没有物理的推理，导弹无法发射。而且，物理的杠杆原理在生活中也有着广泛的应用。您觉得是物理对于我们生活重要，还是化学对于我们生活重要？

麻生明： 第一个问题，针灸和按摩等物理疗法，是通过试图改变骨头和肌肉之间相互的位置来减轻症状的，所以在某种意义上并不是真正意义上的治疗。中药是把很多植物混合在一起，通过慢慢熬煮的方法将汤汁煮出来，有效成分的浓度比较低，效果当然就慢了。而且现在很多中药的植物都是种植的，土壤和时间都不能满足要求，植物中的有效成分可能更低。西医和中医有相通的地方，如果用刚才讲的青蒿的例子来说，只要我们弄清最有效的化合物，就可以用化学方法将其合成，我们就不用去山上采药了。我国和美国等国家的药监局，有一系列的程序来保证药品在上市后的副作用较少，而且，说明书上注明该药的副作用及不适合服用的人群，如果服用后产生不良症状，需要马上就医。应该说，这种危险是可控的，如果乱服西药肯定有危害。

第二个问题，火箭发射时，推力到底是物理作用的还是化学作用？推力肯定是化学作用产生的，但是需要通过物理作用来控制。有一个英语短语叫physical science，它应该翻译成物质科学，而不是物理科学。物理和化学各有各的特色，有时候需要同时应用这两门学科才能发挥作用。只有物理不行，只有化学也不行，两个在一起就会有“1+1>2”的效果。

学生2： **物理中有质子、中子和电子，化学中有分子，它们中哪个比较小？**

麻生明： 应该说分子、质子、中子、电子都很小。很多物质由分子构成，分子由原子构成，原子由居于原子中心的原子核（质子、中子）和核外电

子构成，电子围绕原子核不断运动。电子运动的轨迹是通过电子云来描述的，电子云是什么呢？电子在哪个地方出现具有一定的概率，用统计的方式将概率描绘成一幅图就成了所谓的电子云。这些电子与电子之间形成一条条轨道，这些轨道相互交盖就形成了化学键。因此，化学和物理是完全相通的。

拓展延伸

1. 化学与我们

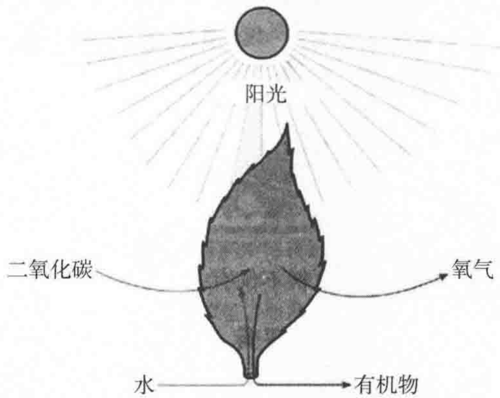
化学是自然科学的一种，在分子、原子层次上研究物质的组成、性质、结构与变化规律，创造新物质的科学。世界由物质组成，化学则是人类用以认识和改造物质世界的主要方法和手段之一。它是一门历史悠久而又富有活力的学科，它的成就是社会文明的重要标志。

化学是重要的基础科学之一，是一门以实验为基础的学科，在与物理学、生物学、地理学、天文学等学科的相互渗透中，得到了迅速的发展，也推动了其他学科和技术的发展。例如，核酸化学的研究成果使今天的生物学从细胞水平提高到分子水平，建立了分子生物学。

2. 光合作用

光合作用，即光能合成作用，是指含有叶绿体的绿色植物、动物和某些细菌，在可见光的照射下，经过光反应和暗反应，利用叶绿素，将二氧化碳和水转化为有机物，并释放出氧气（或氢气）的

生化过程。同时，也有将光能转变为有机物中化学能的能量转化过程。光合作用是一系列复杂的代谢反应的总和，是生物界赖以生存的基础，也是地球碳-氧平衡的重要媒介。



光合作用原理

3. 合成氨

合成氨指由氮和氢在高温高压和催化剂存在下直接合成的氨，为一种基本无机化工流程。现代化学工业中，氨是化肥工业和基本有机化工的主要原料。合成氨工业在20世纪初期形成，开始的时候，人类用氨作为火炸药工业的原料，为战争服务，第一次世界大战结束后，转向为农业、工业服务。随着科学技术的发展，人类对氨的需要量日益增长。

合成氨反应式如下：$N_2+3H_2 \underset{\text{催化剂}}{\overset{\text{高温高压}}{\rightleftharpoons}} 2NH_3$（该反应为可逆反应）。

参考资料

[1]柳一鸣. 化学与人类生活[M]. 北京：化学工业出版社，2011.
[2]任仁，于志辉，陈莎，等. 化学与环境[M]. 3版. 北京：化学工业出版社，2012.
[3]李兴雨. 科学家讲的科学故事——恩格尔曼讲光合作用的故事[M]. 吴荣华，译. 昆明：云南教育出版社，2012.
[4]梁贵柏. 新药研发的故事[M]. 上海：上海三联书店，2014.

第十三讲

2013年上海夏季极端高温及成因

沈　愈

专家简介

沈愈：高级工程师，主要从事短期气候预测和诊断、气候模式产品的统计释用等业务和研究工作；曾在华东师范大学地理系区域气候专业攻读研究生，获硕士学位；1990年至今一直从事上海地区气候预测工作，为上海气候预测资深专家；2003年3月至2004年9月，曾在美国海洋大气局天气实验室统计预报工作组做访问学者，参加多项省部级气候研究课题，发表论文多篇，独立开发的气候模式产品的统计释用系统软件业务平台获上海气象部门二等奖。



演讲关键词 | 夏季高温　大气环流　副热带高气压　全球变暖

导读

2013年上海夏季高温，是近一百多年来较为极端的现象，引起了大家的关注，社会上也有各种猜测，甚至有人联想到世界末日。沈老师结合自己研究的专业和多年的生活经验，所做的讲座既对同学们进行了知识铺垫，又深入浅出地分析了成因，解答了同学们关注的问题。



今年是史上最热吗?

以徐家汇站为例，1934年徐家汇站的大于等于35℃高温日数达到了55天，为徐家汇站1873年以来的最高值；大于等于37℃的高温日数达到了34天，远远地超出了其他年份酷暑的日数，是有气象记录以来的最高值。

	≥35℃	≥37℃	月级端最高气温
6月	6天	6天	39.3℃（6月26日）
7月	23天	14天	40.2℃（7月12日）[illegible]
8月	25天	14天	40.0℃（8月25日）
9月	1天	0天	35.4℃（9月4日）

1934年，整个汛期共出现了3波持续高温，分别为6月25日~7月15日，7月25日~8月6日，8月10日~8月28日，持续时间分别为21天、13天、19天。

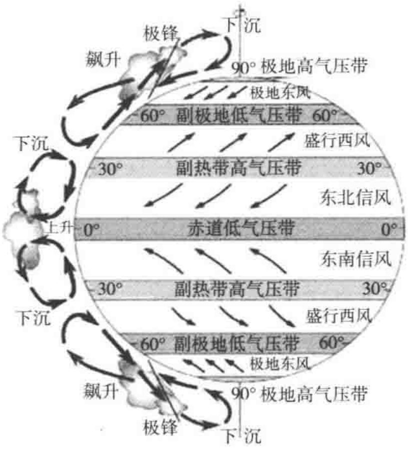
2013年上海夏季极端高温及成因

发生在2013年的夏季高温热浪，在上海近一百多年的历史上非常极端，历史排名第二，整体上仅次于1934年的夏季高温。同学们可能很想知道发生这一极端现象的原委，接下来我将从几个方面来介绍。作为铺垫，先讲一下大气环流的基础知识，然后再分析2013年夏季异常高温的成因。

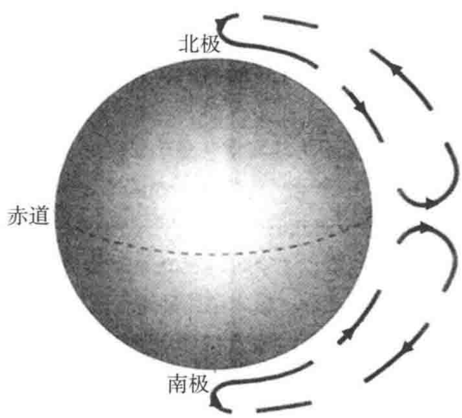
一、大气环流的概况

1. 三圈环流

我们知道地球上的能量主要来源于太阳短波辐射，而大气能量主要来源于地球表面的长波辐射，地球自西向东自转，加上其海陆分布，这些因素的综合作用就形成了大气环流。太阳辐射的能量主要分配在低纬度地区，若不考虑地球自转，那么赤道地区的大气受到地表辐射的热量便会膨胀上升，而极地地表不断地失去热量，温度较低，大气便会冷却下沉，从而在地球上形成了一个环流圈，即Hadley在1735年提出的单圈环流模型。试想这种单圈环流可以实际维持下去吗？显然不能。因为地球在自转，以北半球为例，大气自赤道上升在高空向北运动的过程中，受地转偏向力的影响，会偏向运动方向的右侧，到了北纬30度附近便成了西风，无法到达极地，在此堆积下沉，于是形成北半球第一个垂直的热力环流。由于极地



三圈环流



单圈环流

的冷却使大气下沉，大气在低层堆积并向南运动，到北纬60度附近便与前述第一个垂直环流的低层北上分支相遇，北上的暖空气沿着南下的冷空气坡面上升，补偿极地的下沉气流，从而形成第二个垂直的热力环流。从副极地到副热带还存在一个由前两个热力环流所诱导的弱的垂直反环流。这就是地球赤道至极地南北垂直向的**三圈环流模型**。由**三圈环流**进而形成水平向的风带，即**三风四带**。建立环流模型概念的目的是增进对实际大气环流的了解，从而更好地理解气候成因。比如在高压控制区，大气下沉，天气是晴朗干燥的，而在低压控制区，大气上升，多阴雨天气。

空气像海绵，其温度越高，含水汽的能力就越大。所以，从低纬向高纬吹的风，因气温高、水汽含量多易凝结，而多降水；从高纬向低纬吹的风，因水汽含量少，而少降水。

2. 季风、青藏高原与气候

由1月和7月亚洲大陆气压系统的改变导致东亚地区盛行风的改变，形成了东亚季风。这个改变首先表现为风向的变化，其次是气候的巨大反差。夏季7月，大陆上是低气压，则吹的是东南风，带来了水汽，高温多雨；冬季1月，大陆上是高气压，吹的是西北风，风力强劲，低温干燥；此外，行星风带的季节性移动也会造成盛行风的改变，由此形成南亚季风及

气候。冬季1月，整个南亚地区吹的都是东北风，低温干燥；夏季7月吹的是西南风，温暖湿润。

我国青藏高原是耸立在大气对流层中部的大地形，根据大气的热量来源于地表的事实，研究发现其对大气的热力影响十分显著。主要表现在两个方面：一是高原的热力影响加强了东亚地区由海陆分布引起的季风，使东亚地区成为全球季风现象最明显的地区；二是夏季青藏高原的热源作用，使其近地层为热低压，破坏了副热带高压带的连续分布，使副热带高压在此断裂。

至此，我们可以将大气环流的形成总结成四句话：**冷热不均使其动，地球自转使其偏，季节变化使其移，海陆差异使其断。**

二、2013 年上海夏季极端高温概况

2013年入夏以来，由于大气环流异常，全球炎热的地区有美洲中西部、欧洲、欧亚大陆北部、亚洲东部-南部和澳洲。我国东部地区高温少雨，屡破历史极值。

上海地区出现了异常高温热浪，其特点是气温特高，高温日数特多，强度特大。上海郊区各站的高温日数为26~44天，比常年同期偏多20~30天，均为历史同期最多。郊区中，闵行、宝山、嘉定高温日数较多，达到44~46天，金山、南汇和奉贤相对较少，为26~27天，其余郊区各站的高温日数为36~43天。郊区各站极端日最高气温为39.5℃（崇明）~41.2℃（松江），均为建站以来最高温。郊区除了宝山、崇明外，其余8站也都出现了40℃以上的高温天气，而松江和闵行日最高气温≥40℃的日数与市区持平。

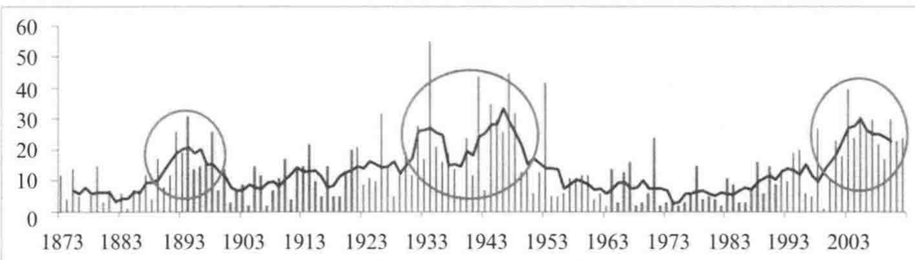
自1873年以来，上海有3个夏季高温的频发时段：一是在1893年附近；二是20世纪30年代至50年代初，其中1934年的高温达到了55天，极端最高气温达到40.2度；三是21世纪到目前。虽然2013年的高温呈现跳跃性急增的趋势，但是整体上并没有超过1934年的强度，若排除城市化的影响因素（下面会讲到），1934年夏季的异常高温应该是更强、更具极端性的。

2013年夏季上海各站极端最高气温及天数

序号	站名	极端日最高气温（℃）	≥40℃日数（天）	≥37℃日数（天）
1	松江	41.2	5	25
2	浦东	40.9	4	24
3	徐家汇	40.8	5	24
4	闵行	40.7	5	22
5	嘉定	40.5	3	23
6	青浦	40.5	2	22
7	奉贤	40.3	1	12
8	金山	40.2	2	12
9	南汇	40.1	1	13
10	宝山	39.9	0	21
11	崇明	39.5	0	15

2013年夏季上海各站
最高气温纪录与历史纪录的对比

站点	2013最高气温新纪录	原有纪录
徐汇	40.8(8月7日)	40.2(1934年)
闵行	40.7(8月7日)	39.8(2010年)
宝山	39.9(8月6日)	39.6(2003年)
嘉定	40.5(8月7日)	39.3(2010年)
浦东	40.9(8月6日,8月8日)	40.5(2010年)
金山	40.2(8月7日,8月8日)	38.5(2010年)
松江	40.7(8月7日)	39.6(2010年)
青浦	40.5(8月7日)	39.3(2010年)
南汇	40.1(8月8日)	39(2009年)
奉贤	40.3(8月7日)	39(2009年)
崇明	39.5(8月7日)	38.7(2009年,2010年)



上海徐家汇站高温日数历史演变

三、2013 年上海夏季异常高温的成因

同学们，你们可能已经了解影响我国冬夏气候的两大主要环流系统：冬季是东亚大槽，其强弱决定冬季的冷暖；而夏季是西太平洋副热带高压，其位置西东和强弱决定夏季酷暑与否。从环流异常决定气候异常的关联看，上海夏季的气候异常一定与环流异常，即副热带高压异常有关。那么2013年西太平洋副高（即副热带高气压）是什么情形？观测显示，2013年副高状态不仅偏强、偏西并稳定控制长江下游地区，而且其程度为历年所仅见。同学们可以回想一下，副高控制下的大气运动特点是什么？从垂直运动看，受副高控制空气盛行下沉，下沉运动会造成大气增温；从水平

运动看，副高西侧环流带来低纬内陆的干热空气。因此，副高控制上海造成高温事件是情理之中的事。当然，要形成极端高温事件必须是受副高长时间稳定地控制。在此，由海温等其他因素导致副高异常行为的深层次原因，这里只好从略了。

四、城市化对高温热浪“火上浇油”

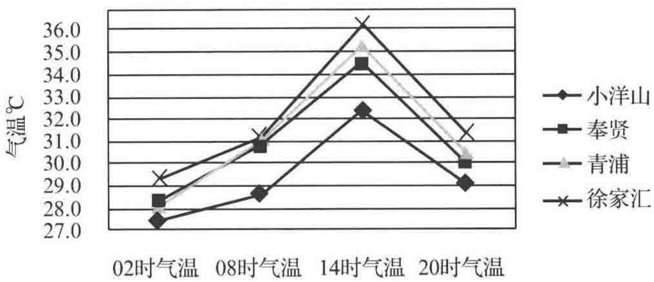
改革开放以来，城市化进程加快，同时也带来了城市环境的负面效应——城市热岛便是一例。城市的人为热排放，以及城市的地表性质，使之有别于农村的环境。在太阳的照射下，城市由于沥青马路和钢筋水泥建筑的热容量小而急剧升温，农村由于自然土壤含有水分而导致升温有限。城乡的这种环境差异，对城市夏季高温强度产生了火上浇油的效果。

五、青藏高原热状况与高温热浪

前面我们已经了解了青藏高原在大气环流形成中的重要作用，它对这次高温热浪的作用正是应该探讨的问题。当然，从大气环流的角度看，此次极端事件的直接原因是副热带高气压长期并稳定地控制着上海地区。前面已经说过，副高控制区大气是下沉的，不利于降水，有利于升温。从风向看，上海受副高控制，显示上海地区吹的是来自低纬大陆内部的西南风，形成炎热少雨的天气。那么，这次受副高稳定控制与前期青藏高原的热状况有关联吗？观测显示，青藏高原前期冬季积雪是比常年少的，青藏高原冬夏的热力状况是由冷源变为热源的过程，积雪的减少使得冷热源的转换加快和提前，青藏高原下半年的热源作用加强，对整个东亚热带系统的季节性北抬起到了助力作用，其特征表现为副热带高压南北位置偏北、偏西，副高长时间稳定控制上海地区，从而形成了这次高温热浪极端事件。所以，今后当同学们听天气预报说受到副热带高气压控制的时候，你们就会知道天气晴好、高温少雨，当然，在一般情况下，我们并不能把它当成是极端事件的预告。

六、从上海异常高温看热浪事件的海陆差异

鉴于上海近海的地理位置，我们可以通过这次高温极端事件来认识一下气象要素日变化的海陆差异。2013年7月上海地区平均气温随时间变化的情况显示，变化最大的是徐家汇，而变化最小的是小洋山。小洋山在海边，而海上自动站的气温观测进一步显示：越在海上，则高温越低。这说明这次夏季的高温热浪并不是铁板一块，因地理位置的不同，离海远近的不同，它们的强度，即极端性是不一样的。



2013年7月上海不同地区的平均气温日变化

七、2013 年夏季高温与全球增暖的问题

最近几年的观测表明：全球变暖进入了平台期。全球温度曲线图表明两个问题：一是最近几十年，全球的温度增长趋势很明显；二是在增暖的最近几年里，它似乎有下降的趋势。而全球变暖比较明显的是中高纬度地区，季节温度距平[①]的波动显示与Nino3.4的海温距平有较好的对应关系，尤其是在低纬度地区。全球增暖与夏季极端高温不是一回事，但2013年的夏季高温纪录是计算2013年变暖指数的一部分。2013年上海的极端高温热浪事件在警示我们：不要以为目前全球增暖趋势有所减缓就可放松对其负面效应的警惕，要注意整体变暖情形下，极端事件同样可能出现，而且其频数会在不同程度上增加。2013年占中国版图1/7的热浪是一种灾害，在全

① 距平：指某一系列数值中的某一个数值与平均值的差。

球整体变暖趋缓的情形下，出现这样的极端事件可以理解为大自然的一种警告：要重视全球变暖，要防患于未然。

八、两个比较受关注的问题

1. 动辄 39℃、40℃的连续酷暑，会成为今后夏天的常态吗

首先我们要明确什么是常态的事情。举个例子，上海的初夏会有一段梅雨，可以认为是常态，因为初夏大气环流常年来讲是满足形成梅雨的条件的。2013年的异常高温是在多种要素的配合下形成的，这些因素要凑在一起协同作用的几率是比较小的，因此构成了罕见的极端事件。目前对这样极端事件的气候预测，还未达到令人满意的程度。另一方面，我们重视全球变暖，也就是要防止这类极端气候事件的频发，不让这样的事成为常态。

2. 2013 年夏季酷暑会对其冬季气候产生直接或间接的影响吗

从统计上看，上海一百多年的气象资料分析得不出它们有直接关联的结论，当然也不能断然否认它们会有某些间接的联系。

九、总结

梳理一下今天讲的内容：2013年上海异常高温热浪发生的直接原因是副热带高气压偏北、偏西和稳定控制长江下游地区；从其他影响因素来看，2013年入、出梅早而提前进入盛夏，7、8月台风少且影响偏南，这些都起到了推波助澜的作用；最后一个是高温本身的正反馈作用，上海夏季本身就比较热，即基础温度就高，高温的积累作用也是产生极端高温的一个原因。当然，前面讲的上海城市化作用也是这次极端高温热浪的重要加强因子。

与大师对话

学生1： **请问每年高温的变化有什么规律吗？**

沈 愈： 从预报的角度来说，我们不能提前很长时间告诉人们什么时候有高温，不可能像牛顿运动方程那样做准确的预告，因为大气的长期行为具有混沌性。但是从物理关联的角度看，是有规律的，只要上海长时间稳定地被副热带高压带控制，吹的就是西南风，天气炎热，7、8月份是上海高温热浪频发的季节。

学生2： **我想问一下现在的城市化会不会造成恶性循环，造成以后越来越热？**

沈 愈： 这个问题问得很好，同学们现在应该关注气候变化、全球变暖的事实，及早采取应对措施，防止生态恶性循环的发生。从城市化的角度来说，城市化越来越快，温度肯定是会有所上升的。但是我想，人们日益关注这一问题，我们一定会制定出好的应对措施，不让城市越来越热。

学生3： **请问现在能否将气温控制在一定范围内？**

沈 愈： 对于控制气温，我是这么看的：我们城市的气温有一部分是自然原因，也有一部分是由于城市化造成的，比如城市热岛效应。人不能改变自然，但是我们可以改变我们的城市规划，使我们的城市向生态城市发展，给居住者一个舒适的环境。希望同学们今后有志于着手解决这方面的问题。

拓展延伸

1. 冰期和间冰期

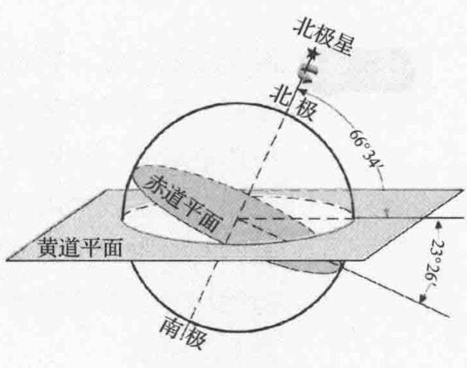
冰期是地质历史上出现大规模冰川的时期，间冰期是两次冰期之间气候变暖的时期。冰期时，冰川大规模扩张或前进；间冰期时，冰川消融、后退。

2. 城市热岛效应

城市热岛效应，是指城市因大量的人工发热、建筑物和道路等高蓄热体及绿地减少等因素，造成“高温化”，城市中的气温明显高于外围郊区的现象。在近地面温度图上，郊区气温较低，而城区则较高，就像高出海面的岛屿，所以就被形象地称为城市热岛。城市化进程会加剧城市热岛效应，对环境产生不利影响。

3. 黄赤交角

地球的自转轴（地轴）与其公转的轨道面成66° 34′ 的倾斜。地球的自转同它公转之间的这种关系，天文学和地理学上通常用它的余角（23° 26′ ），即用赤道面与公转轨道面的交角来表示；而在地心天球上，则表现为黄道与天赤道



黄赤交角

的交角，并被称为黄赤交角。黄赤交角的存在，具有重要的天文和地理意义。

黄赤交角的大小决定了太阳直射点回归运动的范围，即南北回归线的纬度，也决定了地球上五带的范围。若黄赤交角变大，则热带和寒带的范围变大，温带的范围缩小。

黄赤交角的大小决定着各地昼夜长短的比例。以夏至日的北半球为例，当黄赤交角变大时，北半球的昼变长、夜变短（有极昼现象的地区除外），也就是昼夜的差距扩大了；当黄赤交角变小时，北半球的昼变短、夜变长（有极昼现象的地区除外），也就是昼夜的差距缩小了，即：各地一年中昼长的年变幅随黄赤交角的增大而增大、减小而减小。正午太阳高度和昼夜长短在一年中有规律的变化，产生了四季的更替，并影响着五带的范围。

参考资料

[1]黄荣辉. 大气科学和全球气候变化研究进展与前沿[M]. 北京：科学出版社，2014.

[2]辛格，艾沃利. 全球变暖：毫无来由的恐慌[M]. 林文鹏，王臣立，译. 上海：上海科学技术文献出版社，2008.

第十四讲

灾难面前如何自救——城市灾害与安全防灾

戴慎志

专家简介



戴慎志：1956年4月出生，1982年毕业于同济大学城市规划专业。现任同济大学建筑与城市规划学院教授、博士生导师、国家认定注册规划师。中国城市规划学会工程规划学术委员会副主任委员、中国城市规划学会城市安全与防灾学术委员会委员、中国城市规划协会地下管线专家委员会副主任委员、全国抗震防灾规划审查委员会委员，兼任上海同济城市规划设计研究院总工程师。

戴教授长期从事城市规划、城市基础设施规划、城市安全与综合防灾规划的教学、科研、设计工作。研究领域：城市规划理论与方法、城市基础设施规划与建设、城市安全与综合防灾。

演讲关键词 | 城市灾害　城市灾害分类　安全防灾

导读

近几年来，我国城市化步伐不断加快，城市数量迅速增加，规模急剧膨胀，人口迅猛增长，城市灾害也急剧上升，一系列重大事故相继发生。在国外，发生过美国“9·11”恐怖袭击事件、日本海啸、韩国“大邱”地铁纵火案、俄罗斯劫持人质事件等；在国内，发生过非典、汶川大地震、上海外滩踩踏事件、北方沙尘暴等。随着这些城市灾害事故的频频发生，城市公共安全成为人们极受关注的一个问题。你想了解更多吗？尤其是当灾难来临，你知道该怎么办吗?让我们一起走进戴教授的讲座。

灾难面前如何自救——城市灾害与安全防灾

一、城市灾害的种类

城市灾害一共分为三类：自然灾害、人为事故性灾害和人为故意性灾害。

1. 自然灾害

自然灾害中最多的是**气象灾害**，它主要包括台风、雷暴、冰雹、暴雨、沙尘暴。第二种是**洪涝灾害**，包括洪水、城市内涝。第三种是**海洋灾害**，有风暴潮，也就是大风大浪，还有很可怕的海啸，比如日本“3·11”大地震引起的海啸，海啸又引发了核泄漏，所以对于海边的人们来说是十分可怕的。第四种是**火灾**，比如天热的时候容易引发森林火灾。第五种是**地质灾害**，包括地震、火山喷发、山体滑坡、泥石流和地面沉降。其中，最突出、影响最大的是地震，日本“3·11”大地震和我国“5·12”汶川地震，这些都是带有毁灭性的；欧洲火山喷发时，上空有很多有毒气体，会导致某一阶段飞机停飞；山体滑坡是由于暴雨之后土质疏松导致的；泥石流是指暴雨等引发的山体滑坡并携带有大量泥沙以及石块的特殊洪流，



各类自然灾害

“5·12”地震中，一个四面环山的村庄被泥石流包围，无一人幸免于难；地面沉降可能是喀斯特地貌或地下水被抽走导致地面突然沉降。第六种是**生物灾害**，主要有手足口病、甲型H1N1流感和禽流感等。

2. 人为事故性灾害

人为事故性灾害，主要是由于设备老化或者管理不善引起的，包括事故性火灾、交通事故、化学品泄漏、核泄漏、市政事故、食品安全污染、高空坠物等。建筑物电路老化或者在家里使用电器时开关没关好，就有可能引发事故性火灾；地下排水管爆裂，井盖丢失导致行人掉入，这些都属于市政事故；毒奶粉事件、食物中毒属于食品安全污染；由于年久失修或者人们故意为之的高空坠物是十分危险的，一颗从高空坠下的小石子经过重力加速度就能将人的头砸破，住在高层的同学们不能随便往外丢东西，否则后果严重。

3. 人为故意性灾害

人为故意性灾害，就是主观上人们故意引起的灾害。首先就是纵火，其次还有恐怖袭击，比如日本地铁沙林毒气事件、美国“9·11”事件等。

二、近年各类型城市灾害事件

2010年1月12日，海地发生里氏7.3级强烈地震，致使约30万人丧生。同年4月7日，巴西发生泥石流灾害；4月14日，冰岛火山喷发，导致欧洲空中交通瘫痪；同日，我国玉树发生7.1级地震，造成2698人遇难，270人失踪；8月8日，舟曲发生特大泥石流，造成至少1501人遇难。2011年，全球发生洪水、地震、热带风暴等重大自然灾害共302起，2.06亿人受灾，其中一半受到洪涝灾害影响，另有6000万人遭遇旱灾，3400万人遭受风暴影响；近半数自然灾害发生在亚洲，85%的死亡和75%的经济损失出现在亚洲，其中日本地震海啸是2011年全球最严重的灾害，造成1.98万人丧生；

自然灾害造成的经济损失高达3660亿美元，是10年来损失最严重的年份。2012年，全球自然灾害造成的经济损失达约1600亿美元，死亡人数近万人，仅美国飓风“桑迪”造成的经济损失就达380亿美元；主要灾害包括：澳洲洪灾、欧洲寒潮、意大利地震（5月20日）和菲律宾地震（2月）、飓风“桑迪”（10月31日）等，中国则发生了云南大旱、彝良地震（9月7日）、北京暴雨洪水（7月21日）等重大灾害。

1. 地震

首先来看地震，自2008年起到2012年，全球共发生7级以上大地震94次，次数很多。其中2008年的中国汶川地震，共造成69227人遇难，374643人受伤，17923人失踪，这个灾害是非常巨大的；2009年，苏门答腊巴东市遭7.6级的大地震，地震造成至少1000人以上遇难，3000人失踪；2010年的智利地震造成1279人死亡或重伤，200万人流离失所。因为地震灾害难以预测，不能根据某些迹象提前进行预报，所以地震灾害的严重性比较突出。

2. 海啸

从2008年起至2012年，全球共发生重大的海啸共计7次，其中印尼爪哇岛西南海域海啸，致死668人，伤14338人，大约7.4万人无家可归；日本“3・11”地震引起的海啸致使日本福岛第一核电站发生泄漏，地震和海啸共造成超过1.5万人死亡，3000多人失踪，直接经济损失15万亿～25万亿日元。

3. 洪水

2008年6月，美国中西部遭受特大洪水，包括印第安纳州、艾奥瓦州、密歇根州、密苏里州、威斯康星州等多个州都成为灾区，其中艾奥瓦州的洪水规模被认为是500年一遇，规模非常大。2011年7月，泰国南部地区遭受大面积洪灾，至少造成366人死亡，200万人受洪水影响。

4. 飓风

2005年8月29日，五级飓风“卡特里娜”袭击美国东南部，造成1800多人死亡，20万所住宅被摧毁，数百万人无家可归，美国东南部名城新奥尔良市80%被洪水淹没，灾区总面积约30万平方千米。



“卡特里娜”飓风

2008年5月2日，强热带风暴“纳尔吉斯”袭击缅甸，造成约8.45万人丧生，5.38万人失踪，1.94万人受伤，受灾人数达700多万人。

5. 恐怖袭击

继美国“9·11”恐怖袭击后，全球恐怖主义活动越来越频繁。印度、巴基斯坦、阿富汗、伊拉克、阿尔及利亚等国家频繁遭受恐怖袭击的威胁。仅在2013年1月，伊拉克就有超过178人在恐怖袭击中丧生。目前世界各国都在联手反恐。



“9·11”恐怖袭击

6. 传染病

2003年，SARS病毒席卷全球，根据世界卫生组织的统计：全球累计非典病例共8422例，涉及32个国家和地区，全球因非典死亡人数为919人，病死率近11%。其中最新统计显示：中国内地累计病例5327例，死亡349人；中国香港1755例，死亡300人；中国台湾665例，死亡180人；加拿大251例，死亡41人；新加坡238例，死亡33人等。还有甲流，2009年甲型H1N1流感全球肆虐，根据世界卫生组织统计：全球累计确诊病例共131万，其中死亡人数为14142人，涉及186个国家和地区。最新统计显示：中国内地感染病例12万人，死亡648人。2013年3月中国内地出现的H7N9禽流感，截至2013年4月10日，共确诊病例33例，死亡9人。其中上海确诊15例，死亡5人；浙江确诊6例，死亡2人；江苏确诊10例，死亡1人；安徽确诊2例，死亡1人。

7. 火灾

火灾的时段分布为：冬季火灾高发，2月火灾最多，9月火灾最少。2009年，我国共发生火灾12.7万起，死亡1076人，受伤580人，直接财产损失达13.2亿元。2010年，全国共接报火灾13.17万起，死亡1108人，受伤573人，直接财产损失达17.7亿元。其中，因电线短路、过负荷及电气设备故障等电气原因引发的火灾共40481起，占火灾总数的30.7%；因生活用火不慎而引发的火灾有25547起，占总数的19.4%。同学们一定要小心，发现家里的电气设备老化了一定要提醒家长及时更换，尤其煤气开关一定要关好。

8. 交通事故

2009年，中国汽车保有量约占世界汽车保有量的3%，虽然比例较小，但交通事故死亡人数却占世界的16%，而酒后驾车为导致交通事故的罪魁之一。同学们一定要提醒家长，喝酒不开车，开车不喝酒！这真的很重要。2009年，据公安部交通管理局通报，全国共发生交通事故238351起，造成67759人死亡，275125人受伤，直接财产损失9.1亿元。

9. 溺水

我国平均每年有5万多名儿童、平均每天有近150名14岁以下的儿童因意外死亡而失去生命，其中溺水身亡儿童占60%之多。仅2007年，全国溺水死亡人数大约为11.7万人。

10. 食物中毒

2012年，全国食物中毒事故报告173起，中毒人数1200多人，死亡人数141人，这也是比较突出的。

三、日常安全防灾知识

安全问题随时威胁着我们，我们一定要具备防灾的能力，了解防灾的知识。接下来我将从地震、火灾、交通事故、溺水和燃气泄漏等方面介绍日常防灾减灾的知识。

1. 地震

首先来谈谈地震小常识。地震前，我们要充分掌握科学的地震知识，有备无患，受用一生。比如什么是地震。震级大于3级小于4.5级，人们感觉得到的但未直接造成人员重伤和死亡以及显著财产损失的地震，称为**有感地震**。不论住的是新房、老房，我们都要有所防备。另外，我们还要准备急救包，里面放一些必要的东西，比如矿泉水、压缩饼干、创可贴、手电筒、无线收音机等。当然，我们不像日本一样处于地震高发地带，要安全一点，但是由于地震的不确定性，以及在最近已发生的地震中处于频率中高地区，所以很难说上海不会发生地震，大家还是要有所警惕。大家不要听信谣言和小道消息，而要听政府专门的广播。发生地震的时候，如果来不及跑出去就躲在桌子等坚固的家具下面或者墙角，并且一定要把煤气开关关掉，不然地震时万一有东西下落，煤气管道开裂会引发火灾；不要慌张，要把门打开，确保出口畅通，但是千万不能往电梯里跑，要往消防楼梯间跑；逃到户外时，要注意头部，如果你正背着书包回家，就把书包举过头顶，没有背包，就用书挡在自己的头部之上。总之，一定要保护好自己的头部，因为头部最经不住砸。如果地震时你正在百货公司、电影院，千万不要乱跑，否则一旦门因为拥挤被堵住，大家就都出不去，一定要听从工作人员的指挥。如果正驾车行驶，汽车要靠边停下，不能停在路中间，让出空间给救护车或消防车及时进行救援。大家在逃生的时候，要以最快的速度逃到空旷的避难场所，不要因为舍不得而携带很多财物，财物一定要少带。地震之后，大家可以想办法救助那些受灾的人们，要同舟共济，共渡难关。我记得“5・12”地震时，好多80后的年轻人在灾区当志愿者，我去的时候已

经是20日了，那些年轻人一个星期都没有洗澡，生活条件十分艰苦。

2. 洪水、海啸

我们平时要多观察，一些异常的自然现象往往是灾难的前兆，比如鸡飞到树上去了，鱼跳到水面上或者老鼠搬家等现象，因为动物们是很敏感的。如果发生海啸，大家要往高处转移，可在基础牢固的房顶搭建临时帐篷。遇到泥石流滑坡的情况，应该保持冷静，迅速环顾四周，向较安全的地段撤离，尤其不能向低的地方走。当然，房屋不要建在沟口和沟道上，我们在做城市规划的时候就应特别注意这些情况。

3. 台风

台风在沿海城市发生的概率还是挺高的。台风来的时候，不要去海滩游泳，如有渔船或游船出海，应回港避风。同学们在刮台风的时候尽量不要外出，要待在坚固的房子里，门窗也要紧闭，若玻璃门窗不牢或者开裂，可用胶带成对角线粘贴封牢，这样即使被台风吹动也不会落下伤人。刮台风时，同学们万一正在上学的路上，除了注意脚下，还得注意抬头看看空中是否有人们晒的衣物或年久失修的广告牌等，防止台风将其吹落砸到自己。

4. 沙尘暴

沙尘暴比较容易出现在北方，上海要好一些，主要是雾霾较多。当出现沙尘暴时，同学们外出要记得戴口罩，预防呼吸道感染，还要戴帽子，除了护头发之外，万一有东西掉下来，帽子还能挡一挡。同时，不管是沙尘暴还是雾霾，同学们都要多喝水，清清喉咙，当然了，平时你们也要多喝水，养成好习惯，让身体的毒素及时排除，便可以少生病。同学们平



沙尘暴

时还要勤洗手，防止灰尘细菌感染疾病，并且要及时关闭门窗，保持室内空气洁净，因为那时候外面的空气比室内空气要糟糕得多。

5. 火灾

火灾的发生频率比较高。当火灾发生时，如果在房间里，大家记得第一件事就是要去摸一摸门把手，看看是热的还是凉的。如果是凉的，说明门外无火，那么冲出的时候记得用湿毛巾捂住口鼻，也可以把头发捂住，在离地面30厘米之内的区域匍匐前进，迅速找到逃生的楼梯间，千万不要躲在角落或者电梯里。（其实在火灾中除了真正被烧死之外，大部分是被浓烟给熏死的）如果门把手很热，说明大火烧得很旺，同学们一定要将门关紧，可以先给门泼水降温，尽量不让大火烧进来，争取救援时间。当公共场所发生火险，在所有出路被大火封死的情况下，可以选择躲入卫生间，因为厕所内可燃物较少，还有水源，比较安全。当无法从楼内安全通道逃生，需要从窗口逃出的时候，可以将窗帘或者床单撕成条状，用水浸湿，扭成绳状，如果附近有电线杆之类，可以顺着电线杆爬下去逃生。

6. 煤气泄漏

当我们发现煤气泄漏时，首先应该屏气或用湿毛巾掩口，打开门窗，关上煤气开关、总闸，在煤气未散尽之前，不要开灯、打电话、使用电器和明火等。遇到长假，同学们要和家长出游时，要提醒或帮助家长检查两件事情，一是煤气总闸有没有关好，二是水龙头有没有关好。除了冰箱之外，其他不用的电器插头也应该拔掉，防止出现意外。当发现有人因煤气中毒的时候，要立即将其搬至空气流通的地点，拨打急救电话，送医院救治。

7. 溺水救援

当发现溺水者的时候，要迅速让溺水者脱离溺水现场，清除口腔和鼻子里的异物，让其保持呼吸通畅，可以将溺水者倒过来，拍打其背部，让其腹部的水流出，不要慌乱。如果溺水者呼吸困难或者心脏停止跳动的

话，可以对其进行人工呼吸和胸外挤压，这个方法同学们在小学的卫生课上应该都已经学过了。

8. 交通事故

一般来说我们不准穿越、倚坐人行道、车行道和铁路道口的护栏；自行车转弯前应减速慢行，向后瞭望，不能突然拐弯。马路上还有个“杀手”，就是电瓶车，大家一定要注意。有的同学为了显示自己的车技高，骑车的时候双手离把，攀扶其他车辆或手中持物，这是很危险的。更不要在道路上扒车、追车、强行拦车或抛物击车，不要在汽车周边玩耍，避免汽车突然发动被车撞伤。

9. 食品安全

同学们购物的时候千万不要贪小便宜，要有辨别能力，万一买到了坏的、腐烂的食品不能吃，要充分利用法律，保护自己的合法权益。对于自己没见过的陌生的东西更不能乱吃，比如颜色鲜艳的蘑菇等。

10. 高空坠物

同学们在进入施工场所参观时要保证做好安全措施，戴安全帽的时候要使安全帽和头部保持一定的缓冲空间。在思想上一定要将安全提到第一的位置，平时不要靠近施工场所。

11. 市政事故

严禁在电力设施附近放风筝或向电力设施抛物。走路时应注意路边窨井盖，尽量不要走在井盖上，防止掉入市政管道。当发现有人触电时，应尽快断开电源再施救，千万不要用手去拉人，否则你自己也会触电。

12. 踩踏事件

当我们遇到踩踏事件时，应立刻停止向前走，并大声呼救，告知后面

的人不要向前靠近，要设法靠近墙角。在拥挤的场合不要蹲下来系鞋带或穿鞋子。如果真的摔倒了，要用手护住头部，侧躺在地上，尽量减少重要器官受伤的概率。

13. 传染病

预防传染病需勤洗手，尽量避免用手接触眼睛、鼻子或口。出现流感样症状应及时就医。预防肠道传染病除了需注意手的卫生，还需不吃腐败变质和不洁食物，不吃未烧熟煮透的食物。对于预防蚊媒传染病疫情，如果同学们前往有蚊媒传染病疫情的地区旅游，应尽量穿长袖长裤，做好防止蚊虫叮咬的防护措施。

四、总结

大家可以看一看、想一想，人类自从诞生就一直面临着各种灾难，我们日常可以做些什么去抵御灾难，提高保护自己的能力。最后，我想送同学们几个词：安全、健康、快乐、贡献。这也是我对我孩子经常说的，这需要大家好好地学习。

与大师对话

学生1： **我想问一下雷电天气的时候我们应该采取一些什么措施？**

戴慎志： 遇到雷雨天气，当我们在室外的时候，身上要尽量少携带金属物品。另外，同学们千万不要站在变压器或者由金属制成的器材下面，比如学校的旗杆等。大家最好待在室内，即使打着伞出去，由于伞骨一般是金属制成的，所以也有一定的危险性。

学生2： **自然灾害和人为灾害有没有一些内在的联系？如果有，我们可不可以找到根源去根除这样的问题？**

戴慎志： 对于自然灾害和人为灾害的内在联系，这个不好说，比如火灾可以分为三类：天气干燥引起的自燃火灾，电器老化或故障引起的火灾，以及人为故意纵火。火灾发生了，我们首先得去寻找背后的原因是什么。

学生3： **我有两个问题：第一个是刚才您说的煤气泄漏时使用电器会引发火灾，那么如果给电器带上保护套是不是就会好些呢？第二个是如何应对来得很迅速的灾难？**

戴慎志： 第一个问题，虽然给电器带上保护套会好一些，但是同学们别忘了啊，那些电线还是危险的，不仅有导致触电的可能，还可能会引发火灾。第二个问题，在突如其来的灾难来临的时候，首先一定要自救，保住了自己才能去救别人。

拓展延伸

1.GIS

GIS是地理信息系统（Geographic Information System），它是一门综合性学科，结合地理学、地图学、遥感和计算机科学，已经广泛地应用于不同的领域，是用于输入、存储、查询、分析和显示地理数据的计算机系统。随着GIS的发展，GIS也被称为“地理信息科学”或“地理信息服务”。

拓展延伸

GIS是一种基于计算机的工具，它可以对空间信息进行分析和处理（简而言之，是对地球上存在的现象和发生的事件进行成图和分析）。GIS 技术把地图这种独特的视觉化效果、地理分析功能与一般的数据库操作（例如查询和统计分析等）集成在一起。

2.GPS

GPS是全球定位系统（Global Positioning System），它是利用GPS定位卫星，在全球范围内实时进行定位、导航的系统。GPS是由美国国防部研制建立的一种具有全方位、全天候、全时段、高精度的卫星导航系统，能为全球用户提供低成本、高精度的三维位置、速度和精确定时等导航信息，是卫星通信技术在导航领域的应用典范，它极大地提高了地球社会的信息化水平，有力地推动了数字经济的发展。

GPS可以提供车辆定位、防盗、反劫、行驶路线监控及呼叫指挥等功能。要实现以上功能，必须具备GPS终端、传输网络和监控平台三个要素。

3.RS

RS是遥感（Remote Sensing），它是通过人造地球卫星上的遥测仪器把对地球表面实施感应遥测和资源管理的监视（如树木、草地、土壤、水、矿物、农作物、鱼类和野生动物等的资源管理）结合起来的一种新技术。它是使用空间运载工具和现代化电子、光学仪器，探测和识别远距离研究对象的技术。

参考资料

[1]戴慎志. 城市工程系统规划[M]. 北京：中国建筑工业出版社，2005.

[2]苏幼坡. 城市灾害避难与避难疏散场所[M]. 北京：中国科学技术出版社，2006.

[3]刘承水. 城市灾害应急管理[M]. 北京：中国建筑工业出版社，2010.

第十五讲

段枫 从《哈利·波特》看英语和英语文化

专家简介

段枫：复旦大学外国语言文学学院英语系副教授，主要研究方向为叙事理论、伦理批评和小说阐释、库切研究和伦理批评。1999年于武汉大学获学士学位，2004年于复旦大学获文学硕士学位，2008年于北京大学英语文学系获博士学位。现为中国中外文艺理论学会叙事学分会会员，复旦大学外院北欧研究中心成员。主持2011年教育部社科青年基金及上海市社科规划青年课题项目“‘再现不可再现之物’——库切的小说诗学及其后现代语境”，以及复旦大学外文学院上海市重点学科建设项目“当代西方小说的伦理与诗学”。



演讲关键词 | 哈利·波特　词汇学习　小说特点　英语文化

导读

相信你一定熟悉具有天才想象力的J·K·罗琳笔下的小魔法师哈利·波特吧？但你知道为什么小说中两个主人公会被取名为Harry和Tom吗？你知道那些神秘咒语背后的故事吗？你知道为什么格兰芬多学院的标志是金狮吗？快来听听段教授的讲座吧。讲座中鲜活生动的案例会带领你进入英语词汇背后所蕴含的丰富的英国传统文化、地理历史知识，了解人们的生活、思维方式、文化价值观念等。你会从讲座中感悟：学语言首先要尽量多地接触和体验真实语料，坚持阅读并能循序渐进，学会从语言本身看到其背后的文化、历史内涵，最后把这种知识运用到实践中，运用到自己的表达中。

从《哈利·波特》看英语和英语文化

《哈利·波特》系列共有七本书。大家是否读过这套小说或者其中的一本？不知大家对这部小说的印象是什么样的？大家可能都有自己的看法。为什么我今天决定用这样一部小说作为切入点呢？我不会局限于这部小说，而是希望借此为你们传递更多的信息，我认为这部小说可以作为一个很好的起点。

一、英语单词、句型的习得和巩固

在我进一步讲解这部小说之前，我想给大家提一些问题。首先，我想提一下英语单词和英语句型的习得和巩固。不知大家觉得在英语学习过程中遇到的最大的难题是什么？词汇？是的。为什么？因为我们对于词汇的掌握可以说奠定了一切包括听、说、读、写等各种英语基本技能的基础，起到了基石性的作用。所以，我首先想提一下英语词汇学习的几个重要方面。

1. 词汇广度与词汇深度

（1）英语词汇的广度

这是指“看到英语单词能想到相应的中文含义”这样一种掌握程度。

我给大家提一个建议：利用寒暑假尽快地扩展自己的单词量，比如拿出一本单词书，进行“死记硬背”，因为只有这样，我们才能在最少的时间里，尽快地扩充我们的单词量。这是第一步。

然而，仅仅背单词是远远不够的。因为我们在和一个单词“混了个脸熟”之后，下一步更重要的是需要扩展对于单词了解的深度。

（2）英语词汇的深度

首先，对于一个单词，我们除了知道它最基本的意义外，还要知道它的衍生意思——**边缘意义**。比如大家都知道，表示“肚子”，大家可能会想到belly，但这是个最口语化的词，还有一个表示“胃”的单词也可以泛指“肚子”——stomach。从这个词大家可能会联想到其他的词，比如肚子疼是stomachache，“-ache”是表示“疼痛”的英语词尾。但是只知道stomach这方面的含义是不够的，你以后会发现这个词原来还可以作为动词来使用，这就是它的边缘意义，表示“容忍”。

其次，我们要注意**固定搭配**。以excuse（借口）为例，a thin excuse如何翻译呢？比如说你上学迟到了，你说：“对不起，老师，我家的闹钟坏了。”然后老师的回答就是“Ah, this is a very thin excuse!”意思是“这是一个很站不住脚、很拙劣的借口”，用thin（薄）来修饰excuse，这就是一种固定搭配。为什么用thin这个词？没有理由。这就是英语中的固定用法。再如《哈利·波特》中出现过的a fat chance。Ron 对Harry 说：“You can be the champion of the Twelfth Wizard Championship.”然后Harry说：“Oh, it’s a fat chance.”这里的chance不再等于opportunity（机会），而表示可能性。那么fat chance所表示的可能性到底是大还是小呢？其实是指机会很小，只不过语气中带一点点反讽。

接着我们再来看一下**固定语群**（lexical bundle）。bundle有“包裹”的意思，在这里则表示“一个固定出现的词汇群”。什么是词汇群？大家可以看两个例子。一个是我们在写作中经常看到的“on one hand, on the other hand”，我们将它翻译成“一方面，另一方面”，这两个短语一直

是一起出现的。另一个是“for better or for worse”，表示“不管是好还是坏”。

因此我们看出，扩大词汇广度相对扩大词汇深度来说还要容易一些，因为我们只要“死记硬背”两三遍就能“混个眼熟”，但是要实现对词汇的深度了解，就必须多次在具体的语境中接触这个词，这样我们才能更好地掌握它，了解它的丰富含义。所以我想强调的是，大家除了在课堂上学习英语之外，还要尽量增加自己对英语材料的接触次数。那么要怎么做呢？首先我们要接收（receptive），要增加我们的接收量，这是语料进入的途径；反过来，还要产出（productive），尽量多地把语料用出去，这样才能增加对词汇的深层次了解。

2. 培养良好的阅读习惯

（1）培养自己的阅读习惯

大家每天有多少阅读时间呢？中文、英语阅读都可以。半小时到一小时应该是要保证的。为什么要培养良好的阅读习惯呢？大家在小学时大量地阅读了中文，在学英语时，我们发现，中文学习的诀窍同样适用于英语学习，因为它们都是语言学习，其内在机制应该是一致的。我希望大家能保证自己每天都有一段英语阅读时间，有一定的英语阅读量。

（2）选择恰当的阅读材料

一系列的科学研究告诉大家，第二语言习得者要达到最低的理解程度所需的词汇量是2000到3000左右。但是请注意，这里的词汇指的是word families（单词家族）。什么是“单词家族”呢？比如我们知道attract（吸引），我们还要知道它的衍生词，比如形容词attractive（有吸引力的），还要知道加“-ed”的形式attracted（受吸引的），以及它的名词attraction（吸引物，魅力），把所有这些词放在一起才构成一个word family。但是所有的介词（比如on和in）都能各自算一个词，所以

2000~3000个词汇积累起来没有想象中那么困难。

阅读的较高层次是reading for pleasure（为了愉悦进行阅读）。我相信大家在小学二、三年级时，已经能为了愉悦进行中文阅读了——读一些简单的文学作品。而在英语中要达到这个层次则需要5000个词的词汇量。

第三种阅读层次是academic study。大家进了大学以后，需要读英语的原文文献，不论是经济学、数学，还是其他学科，需要的词汇量大概在4000~5000个word families。

同学们目前应该属于第一阶段，就是刚刚入门的阶段，在这个阶段选择一份合适的英语阅读材料是比较重要的。如果同学们已经读完《哈利·波特》的七本小说，这说明，首先，你的基础单词量达到了，另外，这与《哈利·波特》的语言特点也有关，由于这是一套给孩子们看的英国小说，所以它用的都是最基本的口语词汇，这样就不会给读者带来太多的单词阻碍，从而带来阅读的愉悦感，这是非常重要的。我们阅读的第一个目的是获得阅读的乐趣，要有乐趣才能吸引我们进一步往下读；第二个目的则是实用的目的——增加我们对于单词深度的把握；第三，是通过这种阅读增加我们对语言文化背景的了解，比如《哈利·波特》这本书就渗透了英国乃至于西方文化，我相信大家已经有所了解，这本书中有语言、文化、历史的内容。

最后，我们看到，所有输入（input）的目的在于输出（output）。读书、思考的目的，最终都是为了帮助我们表达自我，帮助我们写作，帮助我们在所有人面前呈现自己的想法。现在有个很流行的说法叫“21世纪核心竞争力”，一个人进入社会后，他的核心竞争力其实是一种表达的能力，特别是书写的能力。为什么？因为你要让别人接受你的观点和看法。不论你是当一名学者、推销员，还是当CEO、CFO，你一定要有能力让他人接受你的看法或观点，因此表达能力非常重要。所以我们所有的阅读都是为了在无形中、在潜移默化中提高自己的表达能力。

二、小说的特点

1. 什么是小说

有哪些词在英语中可以代表小说？除了novel以外，是否还有其他的词？没错，fiction。

（1）novel

大家是否知道novel除了“小说”之外的边缘意义呢？没错，这个词可以作为形容词来使用，表示“新奇的”。例如，Some product is a novel one.（这是一个新奇的东西）这个形容词的名词是novelty。novel为什么可以表示“新奇的”？因为它来自于一个拉丁语词根“nov-”，表示“新”的意思。十年前，联想公司的英文品牌名是Legend（传奇），因为他们对公司的定位是要成为中国IT业的传奇，但是随着他们进军国际市场，他们对自己的身份进行了重新定位，因此使用了另一个名称Lenovo，这个词来自于拉丁词根，表示the new star（新星），他们希望成为国际IT业中一颗冉冉升起的新星。那么“小说”这个词为什么要用“新”来定义呢？除了小说以外，大家有没有接触过其他的西方文学或英国文学？对，有戏剧。大家能想到著名的剧作家莎士比亚，他是16世纪的人，因此戏剧是相对传统的一种文学体裁，最早可以追溯到古希腊时期。大家不妨再回到中文的语境中来想一想，最早的中国文学有哪些文体？大家马上就想到了“风”“骚”，“风”代表《国风》——古代的歌谣，“骚”代表《离骚》，同样是诗歌的形式。在西方同样如此，除了有悲剧（tragedy）、喜剧（comedy）组成的戏剧（drama）之外，还有很多诗歌（poetry）、罗曼司（romance）等。因此，与这样一些古老的文学体裁相比，小说是一种新兴文体。

（2）fiction

fiction这个名词对应的形容词是fictional。我们看电影时，有时看到

电影打出的口号是non-fictional，表示它不是fictional（虚构的），而是factual（真实的）。fiction强调的含义与novel所表示的“新”不同，它强调的是“虚构”。因此，小说反映的往往不是真实的事件。

2. 小说的特性

（1）模仿性

小说中有一些真实的属性，它能让我们看到真实世界中发生的事情。在小说虚构的世界中，我们能看到现实的影子。

（2）建构性

很多小说是现实与幻想的结合，有真实的东西，也有虚构的东西。我们在接受真实事物的同时，我们也接受了被作者所建构出来的世界。

（3）主题性

正如语文老师经常问的“这个故事说明了什么道理？表现了一个什么样的主题？”比如《渔夫和金鱼》的故事就传达了“人不该贪婪”的主题。

3. 阅读小说的独特体验

所以我们在读小说时，我们同时接触到了三种效果。我们一方面感受小说中真正能打动我们的东西，另一方面我们又充分地意识到这件事情是假的、不是发生在我们身边的，但是听完故事我们又知道作者试图在告诉我们一个道理。这就是我们阅读小说的体验。

我用这样两个词来形容阅读小说的独特体验——第一个词是imaginative（想象力的），第二个词是ethical（伦理的）。

我们重点来说说**想象**这一点。为什么现在很多人不喜欢阅读？这是因为我们接受故事的方法除了阅读以外还有别的媒介或渠道，比如大家喜欢的电影、电视剧，甚至是动画片。那么为什么我们不选择这些更加轻松的娱乐形式，而要选择阅读呢？这是因为当我们在看电影、接受视觉图像的时候，我们是完全被动的，我们不需要发挥自己的想象力。但是，当我

们读到小说中的一句话“某人倾国倾城”时，我们就会想，到底怎样才是倾国倾城的。在阅读小说时，我们必须最大限度地发挥自己想象的功能。这就是为什么我们看小说文本改编的电影时，总觉得它们没有原著表现得好。关键在于，在我们阅读时，我们运用了想象力，但当我们接受视觉形式的信息时，我们看到的纯粹是具体的、没给人留下想象空间的事物。这就是小说能培养我们想象力的原因。

三、《哈利·波特》的阅读体验

首先请大家读一下美国*Booklist*杂志对《哈利·波特》的星级评论：“a brilliantly imagined and beautifully written fantasy that incorporates elements of traditional British school stories without once violating the magical underpinnings of the plot”。就是说，《哈利·波特》是一种融合，里面既有传统英国学校的元素，又完全没有损害到魔法的内核。这里体现了小说的两个属性——模仿性、虚构性。J·K ·罗琳运用了英国传统的学校制度，然后对它进行了一种魔法的阐释和呈现。

1. 现实因素

《哈利·波特》中的第一个现实因素是现在已成为伦敦地标性景点的国王十字车站和其中的九又四分之三站台，这也是英国人很会做的事，比如大家应该都知道贝克街221号，一说到这个地名就会让我们想到著名的夏洛克·福尔摩斯。第二个现实因素是具有英国特色的学院制度，《哈利·波特》中有四大学院——格兰芬多、拉文克劳、赫奇帕奇、斯莱特林，这实际上是源于牛津、剑桥这样有声望的学校的一种传统。相信大家对电影中的大宴会场景印象深刻，宴会中有长长的餐桌，所有学生都围着餐桌坐着，享用正式的晚餐。现实中，正式晚餐是大学学院制度的一部分，一个学院就是一个小社群，有很多社交活动，学院成员要参加各种活动，这可能会占据平时生活三分之一的时间。出席正

式晚餐一定要穿正式着装，晚餐可能会持续3~4个小时，这为学生提供了一个机会，让他们与周围的人进行交流。可能你身边有一位老教授，他可能会告诉你各种不同的知识，在这种情况下，你也必须想出各种有趣的话题来与他交流。

2. 魔法阐释

我最感兴趣的一点就是这部小说对现实世界的魔法阐释。比如，小说中的Dementors，中文译成“摄魂怪”，他们是一种戴着兜帽的怪物，没有人见过他们的脸。他们有什么特征？为什么哈利·波特最怕他们？因为不论什么时候，只要他们一出现，他们就会把你所有的快乐都吸走，因此你会感到寒冷，你只会想到那些最坏的经历，最后他们把人的灵魂都吸走，人就变成了行尸走肉。这是非常可怕的一种现象。但是小说对摄魂怪加了一个解释，那就是只有巫师才能看到摄魂怪，麻瓜（不会魔法、也不相信魔法的人）是看不到他们的，麻瓜只会感到阴冷和绝望。同学们有没有想过这个情节的背后是什么？其实是用这样一种魔法生物来解释现代社会中一个很常见的现象——有一种人从来都感受不到快乐，他们只会沉溺于自己曾经最坏的回忆中，用现代医学来解释就是他们患了抑郁症。在小说中，人们是怎样战胜摄魂怪的呢？人们必须抓住自己生命中最快乐的回忆，让思绪停留在这些回忆中，这样才能对抗摄魂怪。这在现实的启示是：如何战胜抑郁？要看到我们已经拥有的快乐，抓住我们自己手中的东西。

四、《哈利·波特》的语言及其背后的历史与文化

为什么《哈利·波特》的语言并不是那么难读？因为这是给小孩子读的书，所以书里用的都是最基本、最口头的词汇。但是我要提醒大家，英语词汇量相当大，法语中大概只有两三万的词汇量，但是英语的词汇量将近一百万。为什么会这样？这与英国历史有关。

最早的英国土著人是凯尔特人，他们是英国岛屿最早的定居者。之

后，公元前1世纪开始，凯撒大帝的军团出现了英国岛屿，所以英语词汇中出现了拉丁语的成分，但是当时的罗马贵族并没有定居在英国，当时拉丁语的引入其实是非常有限的。再往后，有一场非常重要的战争，也是构成现代英语历史的战争——盎格鲁-撒克逊的征服。盎格鲁、撒克逊、朱特这三支日耳曼部落的人进入英国，并居住在英国的岛屿上，他们的语言也就形成了今天英语的根基。在《哈利·波特》中读到的所有的口语都是盎格鲁-撒克逊人留下来的语言，所以非常简单，而且往往是单音节词。下面一个非常重要的事件被称为诺曼征服，发生于1066年。一位法国公爵威廉（被称为"征服者威廉"）带着法国贵族进入了英国，也在英国定居了下来。那时，英语就开始出现了分层，分为两种：一种是口头语，即一般平民所用的语言，更多的是盎格鲁-撒克逊语；另一种是法国的贵族语言，法国贵族不会用盎格鲁-撒克逊语，他们仍使用法语。

在《哈利·波特》中，既有非常简单的盎格鲁-撒克逊语，也有非常复杂、高端的，来自法语、拉丁语、希腊语的词汇。

1. 人物命名之后的故事

大家知道"Tom，Harry and Dick"这个短语在英语中的含义吗？这个短语就相当于中文里的"张三李四"，表示普通人、平凡人。J·K·罗琳从这几个很简单的名字中创作出了两个主人公——主角Harry和反派Tom。

（1）Harry

Harry在英国是一个非常普通的男孩名。在《哈利·波特》第一部中，弗农叔叔曾说Harry是个"nasty，common name"（讨厌的、普通的名字），进一步证明这是一个非常普通的名字。但是Harry在这部作品中成为了the chosen boy（被选中的男孩）。在作品中，他是被伏地魔选中的男孩，但chosen这个词在基督教中有着非常深刻的内涵。在基督教中，人们这么说犹太人，"They are the people chosen by God."（上帝拣选他们）大家不妨比较一下Harry和Neville（纳威）。根据预言，在哈利和纳威这两个孩子中，有一个可能拥有征服伏地魔的力量。伏地魔选择了

哈利，而不是纳威。哈利虽然是个普通的男孩，但他坚持要成为一个勇敢的人、像父亲那样的人，由于他自己的自由意志的选择，学校分院帽在犹豫很久后，还是尊重了他的选择，将他分入了格兰芬多学院。这说明，我们的天赋可能不同，我们可能是普通人，但我们可以通过自己的选择和努力，成为自己真正想成为的人。

（2）Tom

伏地魔约本名叫Tom，为什么他最后变成了Voldemort（伏地魔）？有两个原因：第一个原因是Tom很恨自己的父亲是个麻瓜，他一直以母亲的纯巫师血统为傲，因此他要放弃Tom这个名字；第二个原因是他觉得Tom这个名字太过平常了，在《哈利·波特》中还有一个人物叫Tom——第六部中提到的对角巷中的酒保，伏地魔觉得和这样的人同名是自己的耻辱。因此，在第二部中，有个片段一定让大家印象深刻，就是字母变换。Tom的原名是Tom Marvolo Riddle，他将自己原名的字母顺序做了变换，变成了“I am Lord Voldemort”。这是英语中很常见的字母游戏。比如，假设你是一所英国高中的住校生，有一天老师查寝时，发现寝室的卫生状况令人很不满意，于是老师留下了一个单词dormitory（寝室），你回来时就会感觉，老师给你留下了一个riddle（谜题），通过重排这个单词的字母顺序，你就会发现，老师真实的评价是dirty room（房间很脏）。完全是一模一样的字母，只是用了不同的组合方式，dormitory中就蕴含着这样的一个密码。

那么为什么伏地魔要叫自己Voldemort？mort是个来自于拉丁语的词根，表示死亡，“vol-”是法语词根“飞”，因此Voldemort的意思是“飞离死亡”。所有伏地魔的追随者都叫“Death Eaters”（食死徒），即战胜死亡的人。于是我们可以推测，mortal表示“终会死亡的（凡人）”，神话中与凡人对应的就是神（god）。如果God首字母大写，说明是基督教概念中的神，就是上帝；如果是小写，写作gods and goddesses（神和女神），那么就是希腊神话中包括宙斯、雅典娜在内的诸神。我们在读希腊神话时最常遇到的就是immortal这个词，表示“不死的（人）”，那就是神（deity）。那什么是postmortal？“post-”这个词根不止表示“邮

寄”，还可以表示“……之后的”（比如“二战后”叫postwar），所以postmortal表示“死后的”，比如某个作家死后开始成名、获得成功，就可以用postmortal fame or success。

所以小说中的名字是具有象征意义的，名字不是随便取的。即使是Mary、Sophie、Peter这样普通的英文名也都有各自的含义，比如Mary的词根“mar-”来自拉丁语，表示“海洋”，所以Mary的潜在含义是“海的女儿”，很美。Peter可能让大家联想到耶稣的门徒之一圣彼得，他得到了耶稣的充分信任，因此被赋予了非常重要的责任——掌管天国的钥匙，“Peter-”这个词根在拉丁语中表示“岩石”，正如英语固定表达“as steady as a rock”（像石头一般稳重），我们就能想象Peter是个非常可靠的人。《哈利·波特》中有个咒语“统统石化”——Petrificus Totalus，Total在后面表示“完全”，Petri（Peter）放在前面，连起来表示“完全石化”。

（3）Hermione

Hermione（赫敏）这个名字共有四个音节。小说中，赫敏的特征只需用一个词来概括——“学霸”。为什么这个人物要叫Hermione呢？有一个希腊的神，名为Hermes（赫尔墨斯），罗马名叫Mercury，在壁画中只要看到这些特征，我们就能确定这是赫尔墨斯——他的身份是众神的信使，是魂灵的牵引者，是创造发明的天才。据说，在他出生的第一天，他就发现龟的壳可以作为很好的发音腔，因此他用龟壳创造出了世界上第一架竖琴（lyre，希腊语中的“七弦竖琴”）。J·K·罗琳用他的名字来为赫敏命名，其内涵与人物特性是吻合的。

（4）卢平教授

Remus John Lupin（卢平教授），首先他的身份是werewolf（狼人），wolf是狼，而前面的were是古语，表示“人”，因此werewolf是指会从人变成狼的那种人。其次他还有些昵称，第一个叫Moony（月亮脸），因为在月圆之夜他会变成狼人；第二个叫Romulus，出现在第七部的波特瞭望站电台中，这个名词非常有象征含义。罗马的卡比托利欧博物

馆中有一个著名的雕塑，它是罗马城的象征，可以被看做罗马的起源。传说罗马城的一位公主生下了一对双胞胎兄弟，但是孩子被外祖父遗弃，结果这对兄弟被母狼养大，后来他们创立了罗马。哥哥名为Romulus（罗慕洛斯），弟弟名为Remus（勒莫斯），所以卢平教授的两个名字Remus和Romulus其实反映了他的真实身份。而关于他的姓氏也有来历，在拉丁语中lup就表示“狼”，所以英语中lupine表示“像狼一样的”。

（5）Luna和她的爸爸

Luna Lovegood（卢娜），她的爸爸叫Xenophilius Lovegood。在拉丁语中，表示“月亮”的词是lune，因此英语中表示“月亮”的形容词是lunar，正好与表示“太阳”的solar形成对比。但是，我们除了要知道语言，还要知道语言背后的文化。在中国文化中，一说到月亮，我们就会想到一种文化情景。正如“举头望明月，低头思故乡”表现的那样，在中国文化中，月亮是与思乡、与家人团圆联系在一起的。但是在英国文化、西方文化中，月亮是与疯狂联系在一起的。大家知道宝洁公司的商标是什么样的吗？它曾经用过这样的logo：那是星空下面的一个老人头，在星空上面还有一轮弯弯的月亮，但是这遭到了很多群众的反对，说这个图画太邪恶，因为在月夜中，一个老人对着月亮，他只能是在念咒。因此后来宝洁公司把月亮从商标中撤走了。在英国文化中，月亮是与疯狂联系在一起的，因此lunatic就表示“疯狂”，这就是为什么中文版小说中把Luna的外号译为“疯姑娘”，这就体现了她名字的象征含义，即“疯狂”。

她父亲的名字Xenophilius则更为高深，我们知道他是一个怪异的主编，喜欢各种奇怪的东西，最后有一次试图出卖哈利·波特，但是没有得逞。他的名字Xenophilius的前半部分“xeno-”是个希腊语词根，表示“外国的”。后半部分philius与philosophy（哲学）有关，何谓哲学？前面的“philo-”表示“爱”，后面的sophy表示“智慧”，哲学家philosopher指的就是热爱智慧、追寻智慧的人。因此Xenophilius表示“热爱稀奇的东西、外国的东西”。

由此，我们看到，与《哈利·波特》中的“简洁语”截然对立的，是对希腊语、拉丁语以及西方文化中其他文化因素的运用。

2. 咒语背后的故事

看完整部《哈利·波特》，我印象最深刻的就是两个咒语。

第一个是“呼神护卫咒”。在第三部中，哈利一直在尽力掌握这个高级的咒语，刚才我们已了解到，只有抓住自己最好的记忆才能击退摄魂怪，与此同时，施咒者要甩出自己的魔杖，口中大呼Expecto Patronum，中文译为“呼神守卫”，非常形象。为什么呢？大家都认识expect（期待、召唤），这个词来自于两个拉丁词根，“ex-”表示out，“spect-”表示look。所以什么是expectation呢？就是你对自己的将来有某种展望、期待，因此有“召唤”“期望”的意思。Patronum这个词中有表示“父亲”的拉丁语词根“patri-”，比如paternal（父亲的）。因此合起来看，这个咒语的含义是“呼唤父亲”。哈利呼唤出的是一头公鹿，这正是他父亲詹姆·波特的形象，因此出现了这个非常漂亮的咒语Expecto Patronum——召唤父亲，召唤自己的保护神。

第二个咒语是“除你武器咒”。在最后的决斗中，伏地魔用的是“阿瓦达索命”这种不可被饶恕的咒语，而“除你武器咒”是让别人缴械的咒语——Expelliarmus，这个咒语最后成了哈利的招牌性动作，食死徒（伏地魔的党羽）曾因这个咒语而在“七个哈利”中找到了真正的哈利。这个咒语也有拉丁语的来源，“expel-”表示drive（驱逐、排斥），后面的arm来自于拉丁语中的arma，表示武器。

这些咒语再次验证了我刚才提到的主题：英语单词是分层的。有最简单、口语化的词，这些也是最打动英国人心灵的，因为这些词语是他们民族的传承；也有很多正式的书面英语，很多这种词都来源于诺曼时期的法语。

五、总结

最后，我想强调的是，语言背后的东西是文化。因此，我希望用这样

一个问题来结束今天的讲座，为什么格兰芬多学院的标志是金狮？这就涉及英国的历史。英国历史中有一种魔法生物——鹰爪狮身兽，它的名字叫Griffin，而Gryffindor后面的or是个法语单词，表示gold（金的），这两个词放在一起表示gold lion（金狮）。格兰芬多学院的要求是daring，brave，chivalry，nerve（英勇无畏、奋不顾身、勇敢活力、骑士精神），在英语文化中，狮子是作为勇气的象征。这就是为什么英语中除了用“as steady as a rock”来表示稳重，还用“as brave as a lion”来表示勇敢。如果要表示一个人很穷，则用“He is as poor as a church mouse”（教堂里的老鼠）。

学语言首先要尽量多地接触语言材料，然后从语言本身看到它背后的文化、历史，最后把这种知识运用到我们的实践中，用到我们自己的表达和写作中。

拓展延伸

1.dragon 一词在中西方文化中的不同含义

中国的神话与传说中，龙是一种神异生物，其形象有多种，在阴阳宇宙观中代表阳，是皇权的传统象征。华夏民族的先祖炎帝、黄帝，传说中都和龙有密切的关系，因此中国人自称为“龙的传人”；中国的家长也都“望子成龙”，即希望孩子长大后能有所成就。

西方人却认为dragon是邪恶的象征，认为龙是凶残肆虐的怪物，应予消灭。在一些描写圣徒和英雄的传说中讲到和龙这种怪物战斗的事迹，多以龙被杀为结局。最有名的也许是公元700年左右盎格鲁-撒克逊人关于贝奥武夫事迹的叙事诗。诗中主人公贝奥武夫打败妖怪格伦代尔后，与恶龙搏斗，两者同归于尽。

2. 希腊神话

希腊神话即口头上或文字上一切有关古希腊人的神、英雄、自然和宇宙历史的传说。今日所知的希腊神话或传说大多来源于希腊文学，包括荷马史诗《伊利亚特》和《奥德赛》等。希腊神话谈到诸神与世界的起源、诸神争夺最高地位及最后由宙斯胜利的斗争、诸神的爱情与争吵、神的冒险与力量对凡世的影响，包括暴风或季节等自然现象和崇拜地点与仪式的关系。

3. 词的理据与文化历史的关系

词的理据指的是事物和现象获得名称的依据，词的理据与文化历史有着密切联系。英语中很多词汇都有其典故出处，包含了丰富的文化内容。如odyssey一词，美国《时代周刊》曾把尼克松访华说成是“Nixon’s Odyssey to China”。Odyssey原为古希腊诗人荷马写的一部英雄史诗，描绘Odysseus（奥德修斯）在古城特洛伊陷落之后所经历的一段漫长而艰难的历程。这里喻指中美关系正常化的一段漫长过程，意味深长。

参考资料

[1]J. K. Rowling. The Complete Harry Potter Collection[M]. London: Bloomsbury Publishing，2008.

[2]罗琳 JK. 哈利·波特（1–7册）[M]. 马爱农，马爱新,译. 北京：人民文学出版社，2007.

[3]汪榕培，李冬. 实用英语词汇学[M]. 沈阳：辽宁人民出版社，1983.

[4]陆国强. 现代英语词汇学[M]. 上海：上海外语教育出版社，1983.

第十六讲

杨东援

上海交通的昨天、今天、明天

专家简介



杨东援：同济大学交通运输工程学院教授，博士生导师。曾任同济大学道路与交通工程系主任、交通运输工程学院院长、同济大学党委副书记、副校长等职务。担任中国城市规划学会城市交通规划分会副理事长、中国智能交通协会常务理事、中国汽车工程学会智能交通分会理事长、上海市交通工程学会副理事长等职务。

曾主持上海市世博会、深圳等12个省市的物流系统规划，合肥等5个城市的公交规划，惠州等5个城市的综合交通规划，多个城市智能交通系统规划等项目。曾经获得“华夏奖”一等奖，并获得上海市优秀学科带头人及国务院政府特殊津贴。出版《交通规划决策支持系统》等专著，发表论文100余篇。

演讲关键词 | 上海　交通

导读

交通是一个城市的缩影，是与我们生活息息相关的事物。杨教授为我们展示了上海交通的过去、现在以及未来，着重说明了交通不只是让居民生存，更是能够使居民幸福地生活。他分析了过去上海面临的问题——车辆、道路的供给不足，而现在上海面临的问题是土地资源不足，未来科学技术将会高速发展，但也会面临更大的难题。杨教授还运用了大量的实例来与大家讨论交通到底是为了车还是为了人，同时表明了自己的观点。

上海交通的昨天、今天、明天

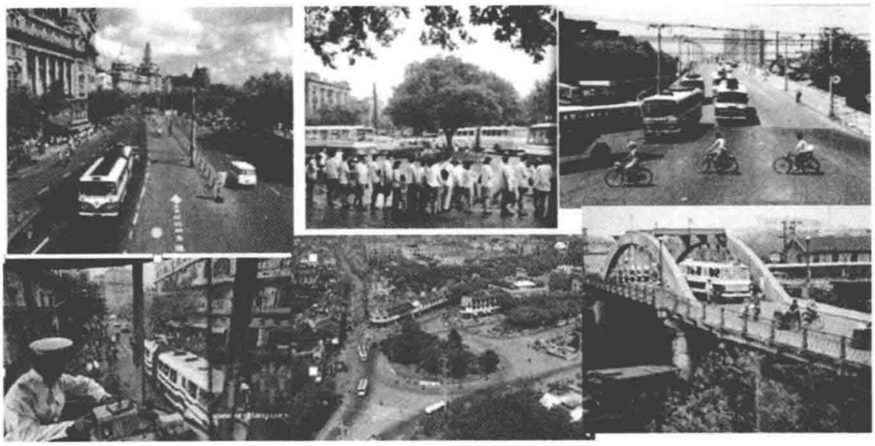
一、不同的时代，不同的挑战

1. 从“供给不足”到“资源不足”

20世纪80年代，上海的路很少，车也很少。当时公交车上一平方米的面积可以挤下11~13个人，这是从我们的数据中统计出来的。我在日本读书的时候，指导我的教授很认真，他认为这个数据是错的，他在地上画了一个一平方米的方格，再往里面摆鞋。他说：“杨先生，你看，这一平方米的地，怎么能摆得下11~13双脚？”从那次实验来看，确实摆不进去。1992年，老先生到上海来，我陪他到路上看交通，到了下午四点半，坐公交车回同济大学后，老先生说：“杨先生，你的数字是对的，我从外滩上公交车一直到同济大学，有一只脚就没有落到地上过。”其实，当时的交通问题相对来说好解决，修路、买公交车就可以了。

我们今天做了很多成绩，如南浦大桥、杨浦大桥等。但是我们反过来思考，人们幸福吗？我们曾在上海江桥这样的大型居住区做调查，发现在所有受访者里，有8%的居民在浦东的外高桥上班。他们每天上班单程要花2个半小时，这表明他们是在谋生，而不是在生活。这就给交通提出了一个非常大的问题，交通到底是为了车还是为了人？我们今天建了这么多的

桥，修了这么多的路，到底能不能让人们真正过得幸福？这就是我们要面对的明天，它可能需要很多技术，但是有很多技术还不成熟。



上海交通的过去

这是上海的过去（见上图），当时的四平路、大连路，在上图中大家可以看到，有位交警在指挥交通，他坐在一个高架子上的小房子里，他要看四个路口，然后决定哪个路口是绿灯，哪个路口是红灯，完全是人为控制交通信号灯。当时路上有大量的自行车，我记得当时上海市调查交通情况，我们学校的大学生有一个任务，要去数一个路口一小时通过多少辆自行车，我去现场的时候，那些同学就跟我抱怨，说没有办法数清楚，这些自行车如潮水般涌来，往往一个路口一个小时里就通过了十万辆自行车。这就是我们的过去。当时我们的路很窄，当时的徐家汇，如图片中我们看到的，路况还挺好，车很少；还有共和新路的跨线桥，路上没有像现在这样车流量非常多的情况。但是在那个年代，要从上海的东边去往西边，是非常困难的。20世纪90年代初的时候，同济大学有位老师去坐飞机，回来很愤怒地说："我提前了5个半小时从同济出发，到了飞机场，飞机还是飞走了，我依然没有赶上飞机。"其实他路线走错了，应该走大路，大路不会堵死，小路如果堵车了，3个小时不能动。当时上海的交通确确实实是非常困难的。

我们再来看看现在，我们现在修了很多非常壮观的设施。比如修地铁，2010年的时候我记得与日本人讨论修地铁，他就觉得很奇怪，说：上海怎么一年可以修50多千米的地铁，东京一年才修4~5千米地铁，你们比我

们多修了10倍，这是为什么？

我问道：“东京在地底下，施工的机器有多少台？”他说：“3~4台。”

我回答：“你知道上海在地底下有多少台施工的机器？有100台。”当时困难到什么程度呢？施工的公司很紧张，为什么呢？没有会开这些设备的人，找一些农民工，培训3个月，再上现场试一下，再进行挑选，然后就上工地了。

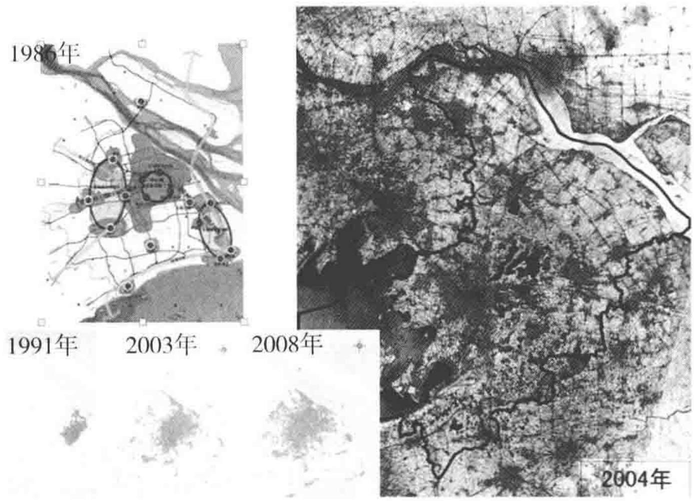
当时压力很大，上海的这些建设是非常快的，非常惊人的，但这些建设起的作用是什么？我是1978年到上海来读书的，当时的浦东是一片农田，同济大学这个地方是一片菜地，城市很小。于是我们修了大量的桥。在一开始修这些桥的时候，我们还信心不足，很多人都提出像南浦大桥、杨浦大桥这类大桥，要请外国人来设计，但当时，李博豪院士给市长写信，他认为中国人能够自己设计，而且中国人的确干好了。

前些年，国外一位很著名的桥梁专家到我们学校考察，当时他就说：在桥梁上面，你们要比我们先进得多，长江上面正在修的桥梁，比整个欧洲正在建和计划建的桥梁还要多。你们有这么多实践的机会，当然要做得更好，我们没有这么多实践的机会。

但是，有了这么多的基础设施，我们的城市里是什么样的？大量的汽车把整个城市全都塞满了。这里我用北京的数据可能更好说明。北京汽车保有量达到第一个100万辆车，用了48年；达到第二个100万辆车，用了6年半；达到第三个100万辆车，用了3年9个月；达到第四个100万辆车，用了2年7个月。当时预估达到500万辆还需要一年半的时间。北京市政府十分紧张，如果按这样的速度增长，整个北京市就会成为一个大的停车场。于是开始施行车牌摇号制度，人们不能随便买车了，这就引发了很多争论。除此以外，还有一个雾霾的大问题。实际上，像北京、广州、深圳这样的城市，大气的污染来源绝大部分都是汽车尾气。上海的四平路上有一个建筑，我们戏称它为“锈铁皮盒子”，外边是金属的，但有一层锈，建筑师在设计的时候非常得意，说将来这层锈会是非常均匀的一层黄色，非常漂亮。但你现在去看会发现它并不漂亮，上面是一道一道的水的痕迹，为什么会出现这么多水痕呢？这是因为酸雨腐蚀。因为有大量的废气排放，空

气质量非常差。如果下雨的时候雨水流到眼睛里，你会感觉到刺激。酸雨对人、对这个城市都会产生很多很麻烦。

那么既然我们为了保证汽车的运行修了这么多的路，那么这件事情是不是做对了呢？有一个笑话，说外星人到地球来考察，回去写了一份报告，说地球上到处生活着一种叫做汽车的生物，肚子里面长满了叫做人的寄生虫。实际上这里就蕴含了交通的一个问题，你开车的最终目的是为了行，但交通拥堵却变成了一件非常痛苦的事。



土地资源的大量消耗

我们看看土地情况（见上图）。深色的是这个城市建设用掉的土地，这是1986年的情况，然后到1991年、2003年、2004年、2008年。我们国家遇到的最大的麻烦是什么？我们的人太多了，土地已经没有办法负荷了。所以经常会遇到一个问题，我们将来怎么办？现在交通遇到的麻烦是什么？不是没有钱、没有技术，而是没有地让我们修路。

所以，交通这个行业非常有意思。第一，在这个行业工作的人没有成就感，一天到晚都要挨骂，被别人骂交通怎么堵成这样。第二，这个行业的人不用担心失业，50年以后还有大量的交通问题需要解决。50年以后房屋可能没有什么可以盖的，但交通还有大量的问题要解决。经济增长了，大家会想要买更多的小汽车，多买小汽车以后，城市会越扩越大，但是，道路修建的速度永远追不上汽车增长的速度，平均每辆车所拥有的道路就

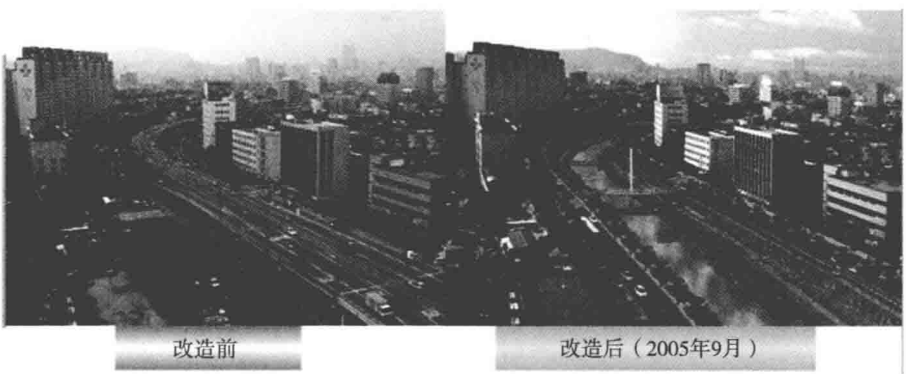
会越来越少，废气排放和能源消耗会越来越厉害，这是我们在交通上遇到的最大的困难。

2. 从“为车”到“为人”

我们再来看看，从“为车”到“为人”，我们会出现什么样的变化。

以前，我们设计交通信号灯，最主要的是要考虑怎么使汽车高效地通过交叉路口，所以信号灯的设定时间要考虑车辆的行驶速度。这会产生什么情况？汽车和自行车同时通过交叉路口，汽车能够及时越过交叉路口，但自行车来不及越过去，这样就容易发生交通事故，这样的画面在现实生活中经常会出现。上海的世纪大道刚修完时，即使是一个中年男人，在绿灯时用最快的速度过马路，也只能勉强通过路口。如果是老年人或者孩子，可能只能走到一半，信号灯就变成红灯了。而整条路上没有一个安全岛，来不及过马路的人就只能站在车流中，这样就很危险。其实，不是没有技术，而是想问题的方式出错了。交通上我们会做一些社会调查，看看是不是有些问题我们搞错了。我记得有一次和市领导讨论问题，当时我问：我们的地铁修了是给谁用的？市领导说了：当然是给那些经济不是很宽裕的、中低收入阶层的人用的。他可能没有想过，地铁口附近的房子可是最贵的，工薪阶层是住不起的，修了一条给他们用的地铁，但是他们又不能住在地铁边上，还得用其他方式移动到地铁边上。我对这样的方式不满意：这样是不是出了问题？所以我们在使用技术的时候，会去思考一个问题。你想问题会从哪个角度去想？同学们在中小学学习的时候，是老师给你们出好了题目，让你们来解这道题；但以后你进入大学或工作就不会遇到这么简单的作业了，你要先正确地出一道题目，然后把这道题目解出来。如何才能正确地出题目？比如刚刚举的这个例子，你是要保证车辆的通过效率最高，还是要保证行人的安全？如果要保证行人的安全，情况可能会是自行车与汽车一同放行，当另一个方向转绿灯时，自行车已经通过了这个路口。但我们要考虑，现在的情况是，我们要解决的到底是车和路的矛盾，还是人们出门与他们居住环境之间的矛盾？

我们来看一个案例。这是韩国首尔市（见下图），我在给大学生讲课的时候会把下方的字盖掉，然后问："你们觉得这两幅图是哪幅变成了哪幅？"最早这里是一条河，后来发现交通不行，于是在路上修了一条高架路，修好以后发现交通的问题依然没有解决，人反而生活得更痛苦了。那么他们想的办法是什么呢？他们决定用公共交通解决问题，把这条高架路拆掉，再变成一条河。我记得20世纪90年代的时候，当时我们学校研究环境的一个老师跟我讨论一个问题，他说："你们修路是不是没有地方修？"我说："对啊！"他说："那我们能不能联合提一个提案，把苏州河用一根大管子让水从地底下流，把上面填平了，变成一条路，那不是很好么？"我说："这好像有点问题吧，苏州河是什么，是上海的历史，把苏州河填平了，那我们的后代怎么去了解上海以前是什么样的呢？"所以我们经常要问，你到底要什么？我们经常做一些社会调查，去了解人们到底要什么。



韩国首尔清溪川改造工程

在大学里，我们以前只教学生如何修给车用的路，忘了教如何修给人用的街。街和路是不一样的，街是给人走的。我不知道同学们玩不玩滑板，你总不希望只能在小区里玩滑板吧？但在城市里，我们除了公园以外，还能找到其他玩滑板的地方吗？现在很多国家把路重新变成可以让孩子玩耍的地方，也就是说考虑了人的需求。但是人总是要出门的，那就尽可能地乘坐公交车。从纽约街道的对比图（见下页）中，我们可以看到以前是行车道的地方，现在是露天的咖啡厅。现在欧美很多国家修路，不是

越修越宽，而是把更多的路给人用。

我记得有一次去烟台的郊区办事，那边有一条很宽的路，路上画了一个人行横道线，过这条马路，需要4分钟。因为我的职业，我很清楚一辆车开过来的速度，以及见到行人要想刹住车需要多少距离。这条路上开过的车速度基本上都在100~120千米每小时，所以车必须要在100米之外就刹车，才能不撞到人，这样的马路怎么过？于是我问烟台市的市长："您走过这条马路吗？您觉得人们敢过这条人行横道吗？为什么没有红绿灯呢？"实际上我们做了很多事情，用了很多技术，但还是做错了一些事情。





纽约街道今昔对比

3. 从解决眼前烦恼到面向未来

我们现在在设计适用于2040年交通情况的路，所以我们要考虑，我们现在准备的一套交通系统，在2040年是让人们谋生还是让人们生活？谋生和生活是完全不同的两个概念。什么是谋生？之前说过郊区的居民花两个半小时在上班的路上，下班回到家他们只有一件事情想做，就是睡觉。有一位母亲每天用两个电瓶换着骑电瓶车，花一个半小时赶回家里，放弃了其他较为轻松的交通方式，就是为了能在8：30之前赶回家，而原因就是为了看着孩子做作业。所以我们在设计交通的时候，还要考虑到人的需求。

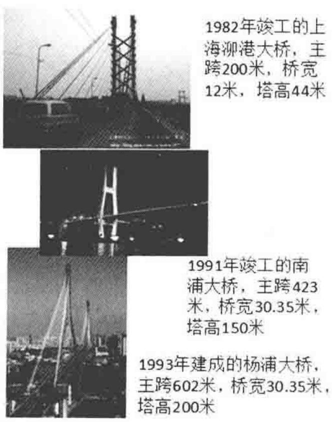
在上海，我们使用了各种各样的技术让上海能够容纳400多万到500多万辆车，而现在上海大概有200多万辆车，加上外地牌照车可能有300多万辆车。等到将来当400多万到500多万辆车在上海运行的时候，上海很可能会有3000万人口，这意味着上海可能会有1000万户，也就是说，上海可能

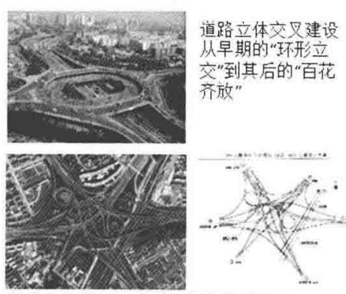
有一半的家庭是没有小汽车的。这就有另一个问题，有小汽车的家庭和没有小汽车的家庭会不会有较大的差异出现？因此在交通的设计上，我们必须考虑到公平性。实际上，我们现在不仅要考虑技术，更多的要体现一种社会责任。

二、城市交通技术的发展与变革

1. 围绕基础设施建设的技术时代

再来说基础设施。如下图所示，这是上海的**斜张桥**（见下图）。斜张桥又称斜拉桥，是用通过或固定在桥墩塔架上的若干斜索吊住主梁的桥梁。第一座在松江的斜张桥是为了试验而建造，跨度只有200米。1991年竣工的南浦大桥跨度有400多米，1993年竣工的杨浦大桥跨度有600多米，其他城市建造的跨海大桥，其跨度能够达到3000多米，这都说明了技术的高速发展。以前，在地下挖一个隧道都是不得了的事情，隧道越粗，工程难度越大。现在我们去崇明岛途中的隧道，直径已经达到了15米，是世界上最大的隧道。以前修建的立交桥都是十分简单的，而现在，莘庄的立交桥十分复杂，复杂到很多司机上了桥都不知道该怎么走。北京的西直门立交桥就经常让司机跑错路，即使我是专门从事交通方面的工作的，我到北京





隧道名称	直径
翔殷路	11.36米
大连路	11.36米
长江隧道	15米

交通基础设施的变化

也不敢开车上西直门立交桥。设计者为了使各个方向的车辆都能顺畅地行驶，设计得十分复杂，因此造价也非常高。

其实，这些基础设施的造价都不低，不知道同学们是否了解上海造一千米的**地铁**需要多少资金？一千米地铁的造价是16亿，100亿连一条地铁路线都修不完，只能修几千米。并且未来修建地铁越来越难，因为地下40米以上的空间几乎已经被占满了，修不了地铁了，地下50米以下也能修地铁，但造价是40亿~50亿每千米。大家会很困惑：花这么多的钱去修建基础设施，到底能不能解决交通问题？1993年，上海只有一条轨道交通线，不到37千米，到2010年，轨道交通线达到了400多千米，现在，轨道交通线达到了500多千米。就地铁来讲，上海已经是世界上地铁最多的城市了，但不是轨道最多的城市，再往后就难了，因为能用的地方基本上都已经用上了。上海有8000多栋高楼，每栋高楼在打地基的时候，要往下打60米，虽然目前的技术能够做到地铁从地基中穿过且对高楼没有丝毫的影响，但这样的工程所需的造价是天文数字，技术上做得到，经济上却不允许这样做。

2. 信息技术对交通系统的改造

在交通系统中，还有很多**电子设备**。最简单的例子就是每个路口都配置了摄像头，在摄像头控制中心是可以直接控制这些设备来查看道路上的交通情况的；在各种道路上还会埋一个监测线圈，以便于计算交通量；手机也是获取交通信息的一个途径，用代码替换掉手机号码后，可以通过追踪手机的地理位置来预测未来上海的交通情况。上海有2000多万的手机用户，每天产生的数据大概有16亿条，一天的数据大概要用计算机计算2小时，如果要进行一次分析，大概需要3个月到半年才能完成。另外，大家使用的IC卡，也能进行活动追踪。随着电子信息技术的发展，每个人都会留下许多电子脚印，通过谁在什么时候去过什么地方来收集数据，可以对20年后上海的交通情况进行预测。

除此之外，还有许多**控制系统**在工作。如下页图所示，这是一个大型的控制系统。控制中心的工作人员，用大型的计算机将搜集到的各种

信息进行分析，再来决定红绿灯到底应该怎样配置。

在未来，**智能车**可能会成为主导。智能车会测量周围车与它自身的距离，但现在最难解决的技术问题是它无法感知与人的距离，因为测量需要一个前提，就是人要守规则，如果人不守规则，这些技术都不管用。自动驾驶模型遇到的困难是，路上的车不可能全是自动驾驶，还有一部分是人开的，智能车是没办法判断人会怎么开车的，而且每个人的开车习惯也有不同。有一次，我带一位美国专家考察上海的交通，他就问道，是否中国的人力资源十分便宜？路口有了红绿灯，为什么还要站个交警？当时我没有回答他。而事实上，有时一个路口一个交警还不够，大的路口可能需要两个交警和四个协管员。因为很多人没有意识到车在大多数情况下是来不及避让行人的。而交通事故对一个国家来讲是非常不得了的一件事，所以我们将交通事故比喻为交通战争，因交通事故死亡的人数会比一些战争死亡的人数更多。因此，交通技术在发展的时候，会特别注意让大家知道交通带来的危险。



交通控制中心

智能车只能解决物理的问题，无法解决人头脑的问题。有一次，我在高速公路上看见一位父亲把车上的天窗打开，让自己的孩子站在车上，头伸出天窗外看风景，如果出现意外，一个急刹车，这个孩子是没有生还的可能性的；有些父母会让孩子坐在副驾驶座上，根本不知道安全带对很小的孩子是不起作用的；还有夏天车停在太阳底下，10分钟后车内温度就能达到50多度，如果有家长将孩子忘在车上，20分钟后这个孩子就没救了。所以，智能车虽然能够解决很多问题，但还有更多的问题需要大家一同想办法解决。

现在的学生都有创新意识，我也希望同学们能够通过制作出一些玩具，让大家意识到交通的危害，比如说，制作一个魔方，每一面都是不同的交通标示，或者制作一个反应器，测试喝过酒和没喝过酒反应速度会差

多少，等等。我们有很多很好的设想，但无论是什么样的设想，都必须要有人的配合才能做到。比如有一辆智能车，它有两个“眼睛”，用来测量车道的宽度，能保证车尽量沿着车道开。车道在设计的时候考虑到人为因素，会设计得更加宽一些，这样智能车就能更加标准地开车，也能更快地对刹车做出反应，所以希望智能车能够解决使交通更安全，以及在同样的路上能够开更多的车的问题。

3. 构建综合交通服务体系

综合交通服务体系，就是各种各样的交通设施都放在一起，不知道同学们有没有见过虹桥枢纽？中国人对虹桥枢纽的评价是“很气派”；而外国人的评价是：为什么要建这么大？这么大肯定不方便。交通不是给人看的，而是给人带来方便。在上下班高峰时段，地铁站台上黑压压地站着很多人，所以迫切要解决的不是能不能多发一点车，而是站台上能不能容纳这么多的人。一个真正的交通系统，除了我们能看到的道路、车站和地铁轨道以外，还有大量的信息系统在运作：有各种交通信号灯；有监控系统，有整个监控网络在支撑交通运行；还有管理系统——调查桥是否需要维修，道路是否需要维护。

在很多特大型或大型的桥梁里，都有很多传感系统在不断给桥做健康监测。桥和人一样，也会“生病”，我国20世纪70年代建设的一些桥就有因为建设质量不够好而塌了。除了建设质量，设计也有可能会出问题。美国有一座桥被风吹塌了，由于共振原理，加之一场大风，桥的振幅达到了2米多，在被摄像机记录下来以后，成为我们研究的宝贵资料。在同济大学有一个很大的风洞，可以模拟不同情况下的台风对桥梁的影响。桥在建成通车以前是最危险的。如果全部建好，它的结构是稳定的；最危险的是桥在建设到一半的时候出现台风。所以在做风洞试验的时候，我们经常会放一些没有建成的桥梁模型。

一些以前解决不了的事情，现在运用新技术也许能够解决了，但是仍然有新技术无法解决的问题。最大的问题就是，上海只有6000多平方千米，如果有1000万辆车在上海，那么上海的交通是无法再继续运

作的。有些同学做出设想，那能不能飞到天上去？大家仔细想想，如果天上有100万架飞机在飞行，会是什么样子？而且飞机对空间的要求更高，不然就很容易相撞。

安全是交通最需要关注的部分。有件非常有意思的事情，一家保险公司在上海虹桥机场打出的广告语是“万分之一的可能，万倍的关爱”。但每天都有上万次民航航班在运营，这万分之一的可能难道意味着每天都有一架飞机会出事故？只能说这家保险公司太不专业，一年中出现一起飞行事故的概率是百万分之一，而不是万分之一。再说一些大家容易理解的事情。大家有没有想过小学生在马路上的最大威胁是什么？没错，就是车，但是孩子往往无法意识到这点。有个小学生走进一家商店，被店里的一条大狗吓得夺门而出，后退到马路上，不幸被驶过的汽车撞了。孩子的视力范围一般比成年人要窄7度左右，因此对很多情况的判断会更加困难。交通安全必须要着重强调，有些家长过马路不看红绿灯，会让自己的孩子也养成坏习惯，造成严重的后果。

在学校门口常常会有教师帮忙指挥交通，但是天黑以后，往往手势不容易被看清。同学们能不能开动脑筋，发明一种手举起会亮绿灯，放下会亮红灯的手套，给指挥交通的教师用呢？其实，在校门的开设上也很有讲究，校门应该对着小马路开，这样车流量不会很大。

三、支持决策的“技术”与“艺术”

归根结底，交通最大的麻烦就是交通像中医不像西医。西医是拿仪器检测，哪里病了就给你治哪里，而中医是搭着脉，说你气虚，气虚就是许许多多小病合成一个大病。这就像交通，都是一些小问题，但合在一起就是不得了的事情。马路两侧都种有行道树，这些行道树很赏心悦目，但是也存在着一些问题，树如果很高，倒也无碍，如果不高不矮刚好一人高，那么从树后面蹿出一个人的话，司机是没办法及时反应过来的。有时会有这样的情况，行道树将人行道全部遮掩住了，来往的车辆看不见人行道上是否有非机动车或行人冲出来，这种情况十分危险。感兴趣的同学可以做

些调查，看看上海有哪些地方的绿化有问题，有什么问题。绿化不仅仅是为了好看，也是为了安全。我经常对我的学生说：你们一定要有在10年内超越自己老师的决心，因为10年以后遇到的问题一定比现在更复杂，现在解决问题的方式10年后就没办法再用它解决问题了。我的老师是靠修路来解决问题，但到我工作的时候已经没有路可以修了，我们试图用信息技术来解决交通问题，但这只能把我们解决交通的能力提高20%左右，按目前上海的汽车增长速度，三四年就可以将这点能力消耗殆尽。所以我经常说，管理交通是需要创造性的，管理交通是要与人沟通的，管理交通是需要理解的。

与大师对话

学生1： **经济增长是否必然会造成有害的恶性循环？**

杨东援： 经济增长会导致城市的层次更加复杂。以前在上海骑自行车一小时就能到达的地方，现在是没法到达的，这就不得不依靠汽车等更加快捷的交通工具。经济增长、生活水平提高以后，很多家庭会选择买车，这些都会造成“城市病”的发生，人多了，环境自然会变差。

学生2： **不同品牌的智能车是不是无法在同一个系统内相互感知对方，无法相互避让？**

杨东援： 智能车即使是不同的品牌也是可以相互感知的。这是一个高速运行的系统，不像大家用的手机那样需要用手操作才会一步一步执行。而且智能车对信息进行分析，一部分是由车来分析，还有一部分是由信息中心在分析，两者之间是有连接的。这个问题很复杂，但很有意义，如果不事先确定好汽车本身和控制中心各自的权限是什么，两者之间的信息交流如何进行，车与车是会撞在一起的。

学生3： 我们是不是能够仿照德国设计交通系统？

杨东援： 第一，德国柏林的人口大概是350万人，上海现在有2400万人，这个差距十分大，参照起来很有困难。第二，德国的交通建设适合其当地的历史情况，如果直接“拷贝”到上海来，是不合适的，德国有许多的路面轨道，上海很多地方只有两股车道，如果将其中一股车道让给路面轨道，另一股车道给汽车，万一有一辆车抛锚，这条路所有方向都没法运行。所以不能直接仿照德国的交通。但是，我们可以学习借鉴的东西很多。我们今天更加重视的不是美国的经验，而是如你所说的欧洲的、日本的经验，因为他们的经验与我们会有类似，而美国的人口相比我们太少了，路太大了，资源太过丰富了，与我们的情况不相符合。

拓展延伸

1. 智能车

智能车是一个集环境感知、规划决策、多等级辅助驾驶等功能于一体的综合系统，它集中运用了计算机、现代传感、信息融合、通讯、人工智能及自动控制等技术，是典型的高新技术综合体。近年来，智能车辆已经成为世界车辆工程研究领域的热点和汽车工业增长的新动力，很多发达国家都将其纳入各自的智能交通系统当中重点发展。

智能车不需要人去驾驶，人只需舒服地坐在车上享受高科技的成果就行了。智能车上装有相当于汽车的“眼睛”“大脑”和“脚”的电视摄像机、电子计算机和自动操纵系统之类的装置，这些装置都

装有非常复杂的电脑程序，所以智能车能和人一样会“思考”“判断”“行走”，可以自动启动、加速、刹车，可以自动绕过地面障碍物。在复杂多变的情况下，它的“大脑”能随机应变，自动选择最佳方案，指挥汽车正常、顺利地行驶。

2. 智能交通指挥手套

戴上智能交通指挥手套，手竖直前伸时，手套上的灯亮起禁行红灯；手水平伸展时，灯自动变成畅行绿灯。合肥工业大学交通运输工程学院学生制作的这副手套在不久前举办的“全国大学生交通科技大赛”上获一等奖，它可以让交警更轻松地在雾天和晚上指挥交通。

这副手套除了手掌部位安装有一个灯外，其他地方和普通手套一模一样。电路安装在手腕处的手套拉链里，一颗小小的纽扣电池可以用20~30天，戴起来丝毫不影响手感。交通运输工程学院学生、设计者之一的纪若婷说：“电路板上焊有对重力敏感的水银二极管，能感受到手套和人体姿势的变换，而且水银是导体，通过水银的流动可以实现红、绿灯开关的断开和连接。”

参考资料

[1]徐循初. 城市道路与交通规划[M]. 北京：中国建筑工业出版社，2005.

[2]石京. 城市道路交通规划设计与运用[M]. 北京：人民交通出版社，2006.

[3]刘武君. 综合交通枢纽规划[M]. 上海：上海科学技术出版社，2015.

[General Information]
书名=14041105
SS号=14041105